

# TESIS DOCTORAL

CURSO ACADÉMICO 2021-2022

ESTUDIO ACÚSTICO DE LA PRODUCCIÓN VOCAL DE UN GRUPO  
CON TRASTORNO NEURODEGENERATIVO: PARKINSON

PILAR LIRIO PORRAS

PROGRAMA DE DOCTORADO EN FILOLOGÍA  
ESTUDIOS LINGÜÍSTICOS Y LITERARIOS

DIRECCIÓN: DRA. NURIA POLO CANO (UNED)

CODIRECCIÓN: DR. PEDRO GÓMEZ VILDA (UPM)

## **Agradecimientos**

No tengo más que palabras de agradecimiento para las personas que me han ayudado en este camino, que han soportado la trayectoria, que me han aconsejado y guiado.

El primer agradecimiento de corazón, por supuesto, es para mis directores de tesis, la doctora Nuria Polo Cano y el doctor Pedro Gómez Vilda por su constancia, su confianza en mis capacidades y su generosidad. A ellos les debo todo este trabajo. Siempre han estado disponibles para mí, siempre me han sabido aconsejar y, sobre todo, me han sabido animar para no ceder al desaliento.

No tengo más que palabras de agradecimiento para la Asociación de Parkinson de Madrid que creyó en este proyecto desde el principio y que colaboró de manera inestimable. Tanto la dirección como sus empleados me ayudaron con la cesión de una sala para la realización de las sesiones de canto, la planificación de los horarios de uso de la misma, la comunicación con los participantes del centro y la búsqueda de los más idóneos. Pero además, cuando tenía alguna duda sobre la enfermedad, ellos estuvieron ahí para proporcionarme la información necesaria.

Los participantes del estudio con Parkinson también se merecen mi agradecimiento más profundo. Conocía la enfermedad de Parkinson nada más que de manera superficial. Ellos han sido una continua fuente de sabiduría, no solo en cuanto al Parkinson sino en cuanto a la vida en general, su ilusión, su humor y sus ganas de vivir. Ha sido un lujo haberlos conocido. Con alguno aún conservo lazos de amistad profunda, incluso con su familia. Y aunque alguno ya no está entre nosotros, siempre los recordaré y estarán presentes en estas páginas.

Las personas que integraron el grupo de control eran personas muy especiales para mí porque dos de ellos eran de mi familia. Estas personas colaboraron desinteresadamente por curiosidad sobre el canto y solidaridad con las personas aquejadas de Parkinson. Se merecen un aplauso porque semana a semana venían aunque el protocolo no estaba diseñado específicamente para ellos.

Tanto las personas del grupo de Parkinson como las del grupo control que así lo desearon participaron en sendos conciertos junto con otros alumnos más jóvenes. La preparación de los conciertos fue algo muy especial que nos dejó huella a todos, tanto a las personas que participaban en la tesis como al resto de alumnos de canto que aprendieron muchísimo de estas personas. Las personas reclutadas para el estudio fueron personas muy valientes que confiaron en mi palabra y en sus capacidades canoras tras dos años de sesiones. Para actuar en público hace falta mucho valor y ellos lo hicieron porque se fiaron de mi valoración sobre su nivel. La magnitud de esa confianza es inmensa y por eso también les doy las gracias. El resto de alumnos de canto acogieron con cariño a este grupo de personas y les mimaron y ayudaron. Se creó un ambiente muy especial y bonito entre ellos y todos salimos beneficiados del intercambio intergeneracional. Muchísimas gracias tanto a los alumnos como a los pianistas que se prestaron a colaborar en mi nombre y, estoy segura, que también en nombre de los participantes del estudio.

Gracias a todos aquellos que han puesto su granito de arena en la elaboración de esta tesis. Gracias a los que me animaron, a los que me enviaron algún documento, a quienes me ayudaron a corregir cifras matemáticas, a los que respetaron mi silencio o mi aislamiento cuando lo necesité. Mi más profundo agradecimiento a todos ellos.

Y por supuesto gracias a mi familia, a mis padres y a mis hermanos que, aunque no entiendan bien en lo que me embarco, nunca me desaniman y si pueden echar una mano colaboran como pueden en la medida en que se lo pido.

Por último, gracias a mi marido José Luis que tanto apoyo y paciencia ha demostrado. No es fácil convivir con cambios de planes o de humor, nerviosismo y, a veces, necesidad de aislamiento absoluto. No es sencillo de entender ni de apoyar. Muchísimas gracias por tu apoyo incondicional, por estar siempre ahí y por nunca poner en duda que yo lograría conseguir lo que me propusiera. Sin ti, no hubiera sido posible realizar este camino.

¡Gracias de corazón a todos! ¡Este trabajo va por vosotros!

*Antes he yo oído decir -dijo don Quijote-  
que quien canta, sus males espanta.*

Refrán popular citado en Don Quijote de la Mancha  
(Primera parte, capítulo XXII)  
Miguel de Cervantes

## Resumen

La enfermedad de Parkinson afecta a un 1 % de la población mayor de 65 años. Es una enfermedad típicamente geriátrica causada, hasta donde se sabe, por un déficit en los niveles de dopamina debido a destrucción de las neuronas productoras de dicho neurotransmisor o por la evacuación del mismo. La etiología de la enfermedad es desconocida y sus síntomas más frecuentes son los motores como el temblor en reposo, la rigidez o las alteraciones cinéticas, aunque también se observan muchos síntomas no motores como las alteraciones neuropsiquiátricas, cognitivas o las disautonomías —por ejemplo, problemas con el sistema digestivo, con la regulación de la temperatura o la tensión arterial—.

Asimismo, un 90 % de las personas con Parkinson experimentan graves trastornos en la producción vocal derivados de la degeneración neurológica. Los daños alteran hasta tal punto el control muscular sobre los mecanismos fonatorios que resulta muy difícil la comunicación y las personas con Parkinson pueden sufrir depresión debido al aislamiento resultante de la incomunicación. Por ello, resulta necesario encontrar alternativas que contribuyan a aliviar, en la medida de lo posible, este problema de salud (vocal). A la luz de los beneficios que otorga la música y el canto, una de estas alternativas que merece la pena explorar puede ser el uso de la voz cantada.

El canto es la unión de la música y el habla; tanto la música como el canto presentan suficiente evidencia científica como para considerar que tienen efectos beneficiosos sobre ciertos trastornos neuronales como, por ejemplo, la afasia o la disfemia. Así pues, en el presente estudio se abordan los cambios que se operan en la producción vocal de un grupo experimental con Parkinson y un grupo de control tras una intervención de técnica de canto específicamente diseñada para la enfermedad de Parkinson a partir de la evaluación de un experimento piloto previo. La intervención se basa en un protocolo de enseñanza de canto individual, con un alto grado de exigencia, similar a lo requerido en un conservatorio. La forma de observar los cambios vocales producidos es mediante herramientas objetivas propias de la fonética clínica: el análisis acústico y biomecánico antes y después de la intervención. Para realizar los análisis se ha utilizado el programa *BioMet®Phon*.

No existen demasiados estudios previos sobre el uso exclusivo de una técnica de canto individual y en grado de experto como forma de lograr un cambio conductual en la voz, con la ayuda del análisis de rasgos fonético-clínicos para controlar si se producen cambios vocales. En la mayoría de los trabajos analizados se estudia la influencia de una mezcla de técnicas de logopedia y musicoterapia y canto coral.

Una de las mayores dificultades del estudio es el trabajo con grupos geriátricos. Estos grupos sufren de pluripatología y experimentan enfermedades crónicas y comorbilidades con implicación de polifarmacia. Los sujetos participantes en los estudios de este tipo cuentan con la dificultad añadida de que corren un alto riesgo de sufrir un rápido deterioro mental o funcional, o incluso el fallecimiento repentino. Por eso, existe una gran carencia de estudios así, a pesar de la necesidad social existente en una población mundial cada vez más envejecida. En el trabajo que aquí se presenta, la adhesión a la actividad es muy alta, pero el seguimiento de las sesiones es irregular debido a estas cuestiones.

El presente trabajo consiste en un estudio longitudinal por casos. Los participantes son cuatro hombres y cuatro mujeres con Parkinson, que forman el grupo experimental, y tres hombres y dos mujeres del mismo rango etario pero sin dicha enfermedad, que forman el grupo control. Los participantes del grupo experimental deben tener un diagnóstico de Parkinson sin la concurrencia de ninguna otra enfermedad de tipo neuronal y los participantes del grupo control tampoco deben tener enfermedades neuronales diagnosticadas ni desórdenes vocales. Las edades de los participantes van desde los 60 a los 82 años. El estudio se realiza a lo largo de dos años con un compromiso de asistencia mínima de 8 sesiones de una hora de duración. Los participantes con Parkinson son proporcionados por la Asociación de Parkinson de Madrid en cuyas instalaciones se realiza, además, la parte del estudio que atañe a los participantes con Parkinson. La asociación aporta la valoración del grado de afectación de la enfermedad según la escala de Hoehn y Yahr, una escala creada a propósito para esta finalidad. Para poder participar no deben superar el grado 3 de afectación en dicha escala. Los participantes del grupo de control se citan en otras instalaciones diferentes con condiciones acústicas similares.

De los análisis llevados a cabo se descubre que la alteración de los valores previos a la intervención depende, en primer lugar, de la existencia de una

enfermedad neurodegenerativa como lo es el Parkinson; en segundo lugar, del sexo del participante, los hombres del estudio tienen voces más alteradas; en tercer lugar, y solo para el grupo con Parkinson, de los años que hayan transcurrido desde el diagnóstico; en tercer lugar, de la edad que tenga en ese momento y, en último lugar, de la pluripatología.

El efecto de la intervención en los participantes de Parkinson depende de la existencia de pluripatología — con pluripatología se experimenta un empeoramiento en los rasgos tras la intervención—, del sexo —los participantes masculinos mejoran más—, de la edad y de los años pasados desde el diagnóstico de Parkinson —a más edad y más años de diagnóstico de Parkinson mayor cantidad de rasgos mejorados—. Respecto al grupo de control, el sexo resulta ser un factor determinante de mejora — las mujeres obtienen mejores resultados tras la intervención—.

Los resultados más interesantes del presente trabajo se resumen en que un protocolo de técnica de canto tiene un efecto tras la intervención de mejora en las voces de los participantes con Parkinson en la frecuencia fundamental, en el jitter, en los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y la cubierta y en todos los rasgos de los temblores. El grupo de control mejora en el rasgo del shimmer y de los desbalances de la masa y la tensión de la cubierta.

Como el Parkinson y la presbifonía son trastornos que se desarrollan a lo largo del tiempo, la mejora, aún sin significación estadística, e, incluso, la no variación entre antes y después de la intervención puede ser considerado como síntoma de que, de alguna forma, se frenan ambos procesos degenerativos.

En conclusión, los participantes con Parkinson muestran una mayor cantidad de rasgos alterados antes de la intervención y se mejoran tras ella, especialmente rasgos propios de la enfermedad como los temblores. Este resultado específico de las personas con Parkinson quiere decir que el protocolo de canto ha sido diseñado de forma muy precisa. Asimismo, este protocolo también resulta ser apropiado para mejorar rasgos neurológicos alterados en personas sin Parkinson. Se puede entonces deducir que un protocolo de técnica de canto puede ser diseñado *ad hoc* para la mejora específica de desórdenes neuronales que afectan a la voz. Se ha observado, además, que con unas 8 sesiones de una hora ya se empiezan a advertir algunos cambios fonatorios, así pues, este protocolo actúa con una gran rapidez.

El protocolo basado en ejercicios de técnica de canto de diferentes estilos vocales y sin injerencias de otras disciplinas parece ser una excelente opción que ofrece unos mejores resultados , por delante de otro tipo de intervenciones, en esta población en concreto. Además, la discriminación del comportamiento fonatorio entre sexos es un interesante punto de vista que no se contempla en la mayoría de trabajos similares.

En esta tesis, el uso de las herramientas que proporciona la fonética clínica ha resultado ser fundamental, no solo para describir los rasgos analizados sino, también, para elegir los ejercicios más adecuados mediante la monitorización de los cambios que se producen. Asimismo, se ofrecen, por primera vez, información sobre once rasgos acústicos y biomecánicos antes y después de una intervención de técnica de canto en participantes del mismo rango etario con y sin Parkinson. De estos once rasgos, ocho de ellos nunca han sido investigados por la bibliografía previa.

En resumen, esta investigación permite profundizar en el uso de la técnica de canto como forma de mejorar la fonación en grupos geriátricos afectados de Parkinson y de presbifonía. La merma fonatoria en estos grupos puede ocasionar situaciones de incomunicación, aislamiento y depresión. El canto podría ser una herramienta que, con protocolos debidamente diseñados, ayudara a la neurorrehabilitación. Los resultados observados podrían impulsar nuevos estudios interdisciplinarios que profundizaran en este aspecto del canto y la voz del Parkinson, pero también podrían propiciar la puesta en marcha de investigaciones similares para otras enfermedades neurodegenerativas que ocasionen alteraciones lingüísticas como ocurre con el Alzheimer, la demencia de Lewy, la enfermedad de Huntington o la esclerosis lateral amiotrófica. Por último, se podrían crear proyectos pedagógicos para la formación de profesores especializados en esta materia.

Palabras clave: Parkinson, presbifonía, canto, fonética clínica



# Índice

Índice de figuras .....	11
Índice de tablas .....	17
1. Introducción .....	20
2. Marco teórico.....	29
2.1. Aspectos anatómicos y fisiológicos de la producción vocal .....	29
2.1.1. La respiración.....	29
2.1.2. La fonación.....	32
2.1.3. La articulación.....	35
2.2. Aspectos acústicos y biomecánicos de la fonación .....	37
2.2.1. La frecuencia fundamental .....	38
2.2.2. Las irregularidades en la señal de voz: medidas de perturbación a corto y largo plazo.....	41
2.2.3. Los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y la cubierta de los pliegues vocales.....	45
2.3. Voz, envejecimiento y enfermedad de Parkinson .....	46
2.3.1. Senectud y presbifonía .....	46
2.3.2. Enfermedad de Parkinson y disartria hipocinética .....	51
2.4. Procedimientos terapéuticos convencionales para la disartria.....	59
2.5. Procedimientos terapéuticos basados en la práctica de canto: el canto y la música como terapia .....	65
2.5.1. Beneficios generales de la práctica del canto.....	68
2.5.2. Intervenciones en caso de presbifonía .....	84
2.5.3. Intervenciones en caso de disartria hipocinética .....	91
2.5.3.1. Intervenciones para disartria hipocinética con entrenamiento vocal logopédico y práctica cantada.....	93
2.5.3.2. Intervenciones para disartria hipocinética con entrenamiento vocal musicoterapéutico y práctica cantada.....	98
2.5.3.3. Intervenciones para disartria hipocinética con entrenamiento vocal interdisciplinar y práctica cantada.....	103
2.5.3.4. Intervenciones para disartria hipocinética con técnica completa de canto coral tradicional.....	107
2.5.3.5. Intervenciones para disartria hipocinética con técnica completa de canto solista .....	108
2.5.4. Resumen de las características metodológicas y de los resultados en los estudios sobre voz y Parkinson .....	109
3. Metodología .....	116
3.1. Experimento piloto .....	116
3.2. Objetivos e hipótesis de la presente investigación .....	119
3.3. Selección de informantes .....	121
3.4. Construcción del corpus .....	125
3.5. Procedimiento de cada sesión.....	126
3.6. Protocolo de intervención: desarrollo, justificación y descripción de los ejercicios .....	128
3.6.1 Desarrollo de la intervención.....	128
3.6.2 Justificación de la elección de los ejercicios y de la metodología de entrenamiento.....	129
3.6.3 Ejercicios seleccionados para la intervención.....	133
3.7. Datos técnicos de las grabaciones.....	146
3.8. Metodología de recogida de las muestras de habla.....	150
3.9. Metodología del análisis de los datos .....	152

4. Análisis .....	162
4.1. Grupo de Parkinson .....	165
4.1.1. Participantes masculinos .....	165
4.1.2. Participantes femeninos .....	260
4.2. Grupo de control .....	350
4.2.1. Participantes masculinos .....	350
4.2.2. Participantes femeninos .....	419
4.3. Resumen de resultados .....	465
5. Discusión .....	473
6. Conclusiones .....	498
7. Referencias bibliográficas.....	515
8. Materiales suplementarios .....	560
8.1 Certificado del Comité de Ética de la Investigación.....	560
8.2 Modelo de consentimiento informado .....	561
8.3 Canciones elegidas por los participantes y partituras .....	563

## Índice de figuras

Figura 1. Las cinco capas que componen los pliegues vocales.....	33
Figura 2. Estructura anatómica básica de la laringe.....	35
Figura 3. Representación de una sola onda sinusoidal o período.....	38
Figura 4. Secuencia de ondas sonoras e irregularidad entre los diferentes pulsos. ....	42
Figura 5. Segmento de voz natural y perturbaciones a corto plazo y largo plazo.....	44
Figura 6. Comparativa de los rasgos de dispersión, biomecánicos y neurológicos en tres grupos etarios diferentes.....	58
Figura 7. Ejemplo de vocalización sencilla. ....	128
Figura 8. Diferencia entre metrónomo tradicional y digital.....	135
Figura 9. Acciones musculares que actúan en la fonación.....	138
Figura 10. Representación de los tres registros más utilizados por la voz femenina cantada.....	141
Figura 11. Espectrograma de banda estrecha en el que se pueden observar los armónicos de los diferentes registros vocales. ....	141
Figura 12. Grabadora Zoom H4N utilizada en el presente estudio. ....	147
Figura 13. Representación del patrón polar del micrófono ofrecida por el fabricante.....	148
Figura 14. Representación de la respuesta en frecuencia del micrófono.....	149
Figura 15. Interfaz de usuario del programa informático <i>BioMet®Phon</i> .....	153
Figura 16. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. ....	171
Figura 17. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> .....	173
Figura 18. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> . ....	174
Figura 19. Caso GPH01. Diagrama de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. ....	176
Figura 20. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo.....	177
Figura 21. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. ....	179
Figura 22. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. ....	180
Figura 23. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. ....	182
Figura 24. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. ....	183
Figura 25. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> . ....	184
Figura 26. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global.....	186
Figura 27. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. ....	195
Figura 28. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> .....	196
Figura 29. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> . ....	198
Figura 30. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. ....	199
Figura 31. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo.....	201
Figura 32. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. ....	202

Figura 33. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. ....	204
Figura 34. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. ....	205
Figura 35. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. ....	207
Figura 36. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> . ....	208
Figura 37. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. ....	210
Figura 38. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. ....	219
Figura 39. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> . ....	221
Figura 40. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> . ....	222
Figura 41. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. ....	223
Figura 42. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. ....	225
Figura 43. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. ....	226
Figura 44. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. ....	228
Figura 45. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. ....	229
Figura 46. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. ....	231
Figura 47. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> . ....	232
Figura 48. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. ....	234
Figura 49. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. ....	243
Figura 50. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> . ....	244
Figura 51. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> . ....	246
Figura 52. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. ....	247
Figura 53. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. ....	249
Figura 54. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. ....	250
Figura 55. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. ....	252
Figura 56. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. ....	253
Figura 57. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. ....	255
Figura 58. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> . ....	256
Figura 59. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. ....	257
Figura 60. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. ....	264

Figura 61. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> .....	266
Figura 62. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> .....	267
Figura 63. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo.....	268
Figura 64. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo.....	269
Figura 65. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta.....	271
Figura 66. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta.....	272
Figura 67. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico.....	273
Figura 68. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico.....	275
Figura 69. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> .....	276
Figura 70. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global.....	277
Figura 71. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental.....	286
Figura 72. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> .....	287
Figura 73. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> .....	289
Figura 74. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo.....	290
Figura 75. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo.....	292
Figura 76. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta.....	294
Figura 77. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta.....	295
Figura 78. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico.....	297
Figura 79. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico.....	298
Figura 80. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> .....	300
Figura 81. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global.....	301
Figura 82. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental.....	309
Figura 83. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> .....	310
Figura 84. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> .....	312
Figura 85. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo.....	313
Figura 86. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo.....	315
Figura 87. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta.....	316
Figura 88. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta.....	318

Figura 89. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. ....	319
Figura 90. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. ....	321
Figura 91. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> . ....	322
Figura 92. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. ....	324
Figura 93. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. ....	332
Figura 94. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> . ....	333
Figura 95. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> . ....	335
Figura 96. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. ....	336
Figura 97. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. ....	338
Figura 98. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. ....	339
Figura 99. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. ....	341
Figura 100. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. ....	342
Figura 101. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. ....	344
Figura 102. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> . ....	345
Figura 103. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. ....	347
Figura 104. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. ....	357
Figura 105. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> . ....	358
Figura 106. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> . ....	360
Figura 107. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. ....	361
Figura 108. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. ....	363
Figura 109. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. ....	364
Figura 110. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. ....	366
Figura 111. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. ....	367
Figura 112. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. ....	369
Figura 113. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> . ....	370
Figura 114. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. ....	372
Figura 115. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. ....	380
Figura 116. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> . ....	381

Figura 117. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> .	383
Figura 118. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo.	384
Figura 119. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo.	385
Figura 120. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta.	387
Figura 121. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta.	388
Figura 122. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico.	390
Figura 123. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico.	391
Figura 124. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> .	392
Figura 125. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global.	394
Figura 126. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental.	402
Figura 127. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> .	403
Figura 128. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> .	405
Figura 129. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo.	406
Figura 130. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo.	407
Figura 131. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta.	409
Figura 132. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta.	410
Figura 133. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico.	412
Figura 134. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico.	413
Figura 135. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> .	415
Figura 136. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global.	416
Figura 137. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental.	424
Figura 138. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> .	425
Figura 139. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> .	427
Figura 140. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo.	428
Figura 141. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo.	430
Figura 142. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta.	431
Figura 143. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta.	433
Figura 144. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico.	434

Figura 145. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. ....	436
Figura 146. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> . ....	437
Figura 147. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. ....	438
Figura 148. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. ....	447
Figura 149. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>jitter</i> . ....	448
Figura 150. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>shimmer</i> . ....	450
Figura 151. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. ....	451
Figura 152. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. ....	453
Figura 153. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. ....	454
Figura 154. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. ....	456
Figura 155. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. ....	457
Figura 156. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. ....	459
Figura 157. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del <i>flutter</i> . ....	460
Figura 158. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. ....	462



## Índice de tablas

Tabla 1. Medias (M) y desviación típica (DT) de la frecuencia fundamental ( $f_0$ ) y de la perturbación a corto plazo — <i>jitter</i> y <i>shimmer</i> — para voces masculinas y femeninas en la senectud.....	50
Tabla 2. Medias de la frecuencia fundamental ( $f_0$ ) y la desviación típica (DT) de cantantes y no cantantes. ....	85
Tabla 3. Medias (M) y desviación típica (DT) de la frecuencia fundamental, el <i>jitter</i> , el <i>shimmer</i> y la intensidad en hombres y mujeres cantantes y no cantantes.....	86
Tabla 4. Medias (M) y desviación típica (DT) de la frecuencia fundamental, el <i>jitter</i> , el <i>shimmer</i> y la intensidad en grupos de musicoterapia, canto coral y grupo control antes y después de la intervención. ....	90
Tabla 2. Medias de cada participante antes y después de las intervenciones de los parámetros de <i>jitter</i> , <i>shimmer</i> e intensidad.....	106
Tabla 6. Valores de las medias de la frecuencia fundamental y de la desviación típica para los diferentes estudios realizados tanto en grupo de Parkinson como de presbifonía. ....	112
Tabla 7. Valores de las medias del <i>jitter</i> y del <i>shimmer</i> y de la desviación típica para los tres estudios que los analizan.....	113
Tabla 8. Valores de las medias de la frecuencia fundamental y de la desviación típica para los diferentes estudios realizados entre mujeres cantantes y no cantantes.....	114
Tabla 9. Valores de las medias del <i>jitter</i> y del <i>shimmer</i> y de la desviación típica para los diferentes estudios realizados entre cantantes y no cantantes.....	115
Tabla 10. Detalle de grupo al que pertenecen los participantes, su sexo, sus edades y el código asignado a cada uno de ellos.....	124
Tabla 11. Características del equipamiento musical necesario para impartir las sesiones.....	150
Tabla 12. Detalle del número de sesiones a las que acuden los participantes y el número de muestras de la vocal [a] válidas y descartadas antes y después de la intervención.....	151
Tabla 13. Detalle de los parámetros analizados por el programa BioMet®Phon.....	156
Tabla 14. Listado de los once parámetros extraídos para el presente estudio, unidad de medida en que se presentan y rango de valores mínimo y máximo.....	159
Tabla 15. Caso GPH01. Valores de las medianas y los rangos intercuartílicos previos y posteriores a la intervención de cada rasgo analizado.....	166
Tabla 16. Caso GPH01. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos.....	169
Tabla 17. Caso GPH01. Se muestran los resultados ofrecidos por el test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	187
Tabla 18. Caso GPH02. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	189
Tabla 19. Caso GPH02. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos.....	192
Tabla 20. Caso GPH02. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	211
Tabla 21. Caso GPH03. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	214
Tabla 22. Caso GPH03. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos.....	217
Tabla 23. Caso GPH03. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	235
Tabla 24. Caso GPH04. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	238
Tabla 25. Caso GPH04. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos.....	240

Tabla 26. Caso GPH04. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	258
Tabla 27. Caso GPM01. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	260
Tabla 28. Caso GPM01. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. ....	262
Tabla 29. Caso GPM01. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	278
Tabla 30. Caso GPM02. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	281
Tabla 31. Caso GPM02. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. ....	284
Tabla 32. Caso GPM02. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	302
Tabla 33. Caso GPM03. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	304
Tabla 34. Caso GPM03. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. ....	307
Tabla 35. Caso GPM03. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	325
Tabla 36. Caso GPM04. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	328
Tabla 37. Caso GPM04. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. ....	330
Tabla 38. Caso GPM04. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	348
Tabla 39. Caso GCH01. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	351
Tabla 40. Caso GCH01. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. ....	353
Tabla 41. Caso GCH01. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	373
Tabla 42. Caso GCH02. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	375
Tabla 43. Caso GCH02. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. ....	377
Tabla 44. Caso GCH02. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	395
Tabla 45. Caso GCH03. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	398
Tabla 46. Caso GCH03. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. ....	400
Tabla 47. Caso GCH03. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	417
Tabla 48. Caso GCM01. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	419
Tabla 49. Caso GCM01. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. ....	421

Tabla 50. Caso GCM01. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	439
Tabla 51. Caso GCM02. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. ....	442
Tabla 52. Caso GCM02. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. ....	444
Tabla 53. Caso GCM02. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. ....	463
Tabla 54. Variación existente entre la mediana previa y posterior a la intervención de cada rasgo y la significación estadística de cada variación del grupo de Parkinson. ....	465
Tabla 55 Variación existente entre el rango intercuartílico o dispersión de datos previo y posterior a la intervención del grupo de Parkinson. ....	466
Tabla 56. Significación estadística sobre la globalidad de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética del grupo de Parkinson. ....	467
Tabla 57 Variación existente entre la mediana previa y posterior a la intervención de cada rasgo y la significación estadística de cada variación del grupo de control. ....	467
Tabla 58 Variación existente entre el rango intercuartílico o dispersión de datos previo y posterior a la intervención del grupo de control. ....	468
Tabla 59. Significación estadística sobre la globalidad de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética del grupo de control. ....	469
Tabla 60. Comparativa entre rasgos y participantes de Parkinson del comportamiento de medianas y rangos intercuartílicos tras la intervención. ....	470
Tabla 61. Comparativa entre rasgos y participantes del grupo de control del comportamiento de medianas y rangos intercuartílicos tras la intervención. ....	471

*Das älteste, echteste und schönste Organ der Musik,  
das Organ, dem unsere Musik allein ihr Dasein verdankt, ist die menschliche Stimme.  
'El más antiguo, el más verdadero y el más bello órgano de la música,  
el origen del cual nuestra música debe provenir, es la voz humana'.  
(Ópera y drama, 1852)  
Richard Wagner*

## 1. Introducción

Los seres humanos necesitan comunicarse entre sí. Y, aunque existen muchas maneras de hacerlo, las lenguas orales son la principal forma de relacionarse. Sin la posibilidad de comunicarse, los individuos se sienten aislados, se entristecen y se deprimen, son infelices. A lo largo de la vida de una persona, los sistemas implicados en la comunicación pueden resultar dañados por causas de diversa índole. Concretamente, los daños vocales pueden surgir por alteraciones de tipo orgánico, funcional, neuronal e incluso hormonal. Por ejemplo, puede ocurrir que la emisión de la voz o que su calidad no sean adecuadas para una correcta comunicación. También puede darse el caso de que el mensaje sea ininteligible, que el medio por el cual se transmite dicho mensaje no sea el idóneo o que la recepción no sea óptima, como puede suceder en el caso de la sordera.

Las enfermedades neurodegenerativas, que motivan el presente estudio, pueden desencadenar alteraciones semánticas, léxicas, gramaticales, pragmáticas o fonéticas (Ivanova, 2020). Dichos trastornos neurodegenerativos se pueden clasificar entre aquellos cuyo menoscabo es cognitivo como es el caso del Alzheimer o la demencia de cuerpos de Lewy, o los que cursan con un deterioro muscular como la enfermedad de Huntington, la esclerosis lateral amiotrófica o el Parkinson (Ivanova, 2020).

Todas las situaciones anteriormente descritas desencadenan, en demasiadas ocasiones, índices muy altos de soledad, incomunicación e indefensión llegando a afectar, incluso, al entorno familiar.

El envejecimiento, sin ser una patología en sí mismo, es uno de los factores de riesgo por el que los individuos experimentan problemas de comunicación (Verdonck-de Leeuw y Mahieu, 2004; Fernández, Cobeta y Vaca, 2013: 309). Aunque se trata de un proceso natural, supone una serie de cambios motores, morfológicos, funcionales y

neurológicos que afectan a la emisión de la voz. Los cambios en la voz asociados al envejecimiento se denominan *presbifonía* (Mau *et al.*, 2010; Fernández, Cobeta y Vaca, 2013: 307-312; Galluzzi y Garavello, 2018; Rojas *et al.*, 2020).

La senectud entraña, además, el mayor factor de riesgo para la enfermedad de Parkinson<sup>1</sup> (Balestrino y Schapira, 2019; del Rey *et al.*, 2021), un trastorno neurodegenerativo que se manifiesta con alteraciones motoras y no motoras (Artieda y Valls-Solé, 2006: 85-106; Raina y Micheli, 2006; Cardinali, 2007; López-Cortés, 2018; Menárguez, 2015: 59-60; Balestrino y Schapira, 2019; Carrillo-García, 2019; Rodríguez *et al.*, 2020). El deterioro neuronal consecuencia de la enfermedad de Parkinson perjudica seriamente a la producción de la voz y al habla (Sanabria *et al.*, 2013; Stokes y Stack, 2013: 55), siendo el trastorno motor del habla —al que se denomina *disartria hipocinética*— uno de los signos más distintivos de la enfermedad de Parkinson.

La *disartria* es el trastorno producido por un daño sobre el sistema nervioso central o periférico que altera el control muscular sobre los mecanismos fonatorios (Darley, Aronson y Brown, 1969; Sanabria *et al.*, 2013: 285-288). La disartria se manifiesta mediante la dificultad de controlar los sistemas motores del habla, es decir, la respiración, la fonación, la articulación y la prosodia (Duffy, 2000: 46; Fiuza y Mayán, 2005; Bonet-Agustí, 2007: 328). El término *hipocinético* se refiere a la disminución en la velocidad y la amplitud tanto de los movimientos voluntarios como los automáticos (Micheli y Díaz, 2005: 1244).

Estos trastornos en la voz y el habla derivan en problemas de comunicación que en los grupos geriátricos, en general, y en las personas con Parkinson, en particular, presentan una incidencia muy alta de depresión y ansiedad (Clements-Cortès, 2015; Fogg-Rogers *et al.*, 2015). Por eso surge la necesidad de examinar lo que sucede en estos grupos de adultos con edades más avanzadas porque, en general, los estudios lingüísticos que se realizan para analizar la producción de la voz se suelen dirigir hacia adultos de edad joven. Bien es cierto que tradicionalmente, en la lingüística se ha atendido a este grupo de edad sobre todo en los estudios léxicos como ocurre en la confección de los atlas lingüísticos (García-Mouton *et al.*, 2016) o

---

<sup>1</sup> Esta tesis se enmarca en el proyecto Teca-Park: TEcnologías CApacitadoras para la asistencia, seguimiento y rehabilitación de pacientes con enfermedad de PARKinson. Referencia: CENIE\_TECA-PARK\_55\_02 INTERREG V-A Spain – Portugal (POCTEP)

para describir las variables fonológicas propias de su generación —por ejemplo, el mantenimiento del fonema /ʎ/ en español por hablantes más mayores— (Gómez-Molina y Gómez-Devís, 2016; Molina-Martos, 2013), pero poco se sabe de la fonética de este grupo etario. No obstante, la necesidad de estudios gerontológicos cada vez es mayor por el incremento en la edad poblacional (Galinha *et al.*, 2021).

Resulta entonces imprescindible e intentar aunar esfuerzos para que especialistas de diferentes disciplinas puedan dirigir sus investigaciones hacia la mejora de su calidad de vida de estas personas. Es decir, se trata de que los problemas que se puedan derivar del proceso de envejecimiento en sí o de la enfermedad de Parkinson se aborden de manera interdisciplinar. Por ello, la interdisciplinaridad abordada en la presente tesis es muy novedosa puesto que aúna la utilidad de la disciplina de la fonética clínica como instrumento para la observación y caracterización de las alteraciones vocales con el entrenamiento de canto como posible herramienta que ayude a la mejora de dichas alteraciones vocales en la enfermedad de Parkinson y en la población presbifónica en general.

Por un lado, la fonética clínica es la parte de la lingüística clínica que se encarga de describir las alteraciones en la fonación, la articulación o la percepción del sonido derivadas de trastornos tanto específicos del lenguaje como de índole general (Crystal, 2013: 1-5). El lingüista clínico aporta sus conocimientos teóricos para evaluar e interpretar los datos clínicos y así describir el problema que existe en la comunicación (Garayzábal-Heinze, 2009). Asimismo, las patologías objeto de estudio de la lingüística clínica son muy heterogéneas como, por ejemplo, la producción de la voz y el habla en enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson o el Alzheimer, la disfemia, la dislalia, la dislexia o las afasias entre otras (Mairal-Usón, 2021).

Por otro lado, el canto es un instrumento musical que surge cuando el órgano vocal se usa con fines artísticos, en una combinación de habla y música. Por ello, las herramientas de la fonética clínica pueden ser muy valiosas a la hora de observar, describir y evaluar lo que ocurre en los rasgos que se decidan analizar, antes y después de la aplicación de un protocolo de canto. En el caso de la presente tesis, el protocolo de intervención que se ha diseñado para los pacientes de Parkinson se basa en la técnica y práctica del canto de estilos vocales occidentales —como la ópera, el *pop*, el

*rock*, etc.— y en los ejercicios que se eligen exclusivamente para la preparación de solistas o canto individual. En esta práctica, los ejercicios se personalizan y se van adaptando a un grado cada vez mayor de exigencia vocal. Analizando cierto grupo de rasgos antes y después de una intervención concreta se puede ajustar y perfeccionar los ejercicios que componen ese protocolo, decidiendo los más efectivos según lo observado en los resultados. En este sentido, los dos elementos —la fonética clínica y la práctica del canto— pueden actuar, entonces, en completa sinergia.

La decisión de utilizar la práctica del canto para intentar mejorar los problemas motores vocales del Parkinson no es fortuita. El canto tiene un alto potencial para lograr el cambio conductual vocal deseado debido al extremo trabajo de modificación de patrones motores unido al uso de diferentes bases musicales. Y, efectivamente, la música —tanto la escucha pasiva como la práctica activa— es una disciplina que durante décadas ha documentado efectos terapéuticos para diferentes trastornos.

Uno de los primeros casos conocidos sobre el efecto terapéutico de una técnica receptiva y de cómo la música y el lenguaje comparten redes neuronales data de 1789. Se trata de un artículo anónimo titulado *Music Physically Considered* en el que se relata el caso de un sujeto que presenta debilidad extrema, fiebre nerviosa y pérdida de la potencia del habla. Tras ser visitado por un violinista amigo suyo que comienza a tocar su instrumento musical, el sujeto muestra una apariencia de alegría y satisfacción e, incluso, se desbloquea el problema del habla (Anónimo, 1789; Davis, Gfeller y Thaut, 2008: 22). Sin tratarse de una intervención directamente vocal, la escucha musical sí muestra en este caso un efecto positivo en el habla.

Aunque existen testimonios del uso terapéutico de la música desde hace cientos de años, incluso miles de años<sup>2</sup>, hasta 1950 no se funda la *Asociación Nacional de Musicoterapia* en Nueva York. Hoy día la musicoterapia tiene rango científico reconocido, aunque se siguen investigando aún las causas de su efectividad. Según la actual *American Music Therapy Association* (AMTA), la musicoterapia consiste en el uso de intervenciones musicales para lograr objetivos de tipo clínico como son la mejora del estrés, la potenciación de la memoria, el incremento de la comunicación o

---

<sup>2</sup> Desde los principios de las civilizaciones existen sanadores que con sus cantos, sus bailes, sus instrumentos y sus percusiones intentan aliviar las enfermedades de los miembros de la comunidad (West, 2017: 51-68).

favorecer la rehabilitación física (AMTA, 2022). La musicoterapia utiliza, pues, técnicas activas como son los movimientos motores acompañados de música o la improvisación con instrumentos que ayudan a la coordinación motora gruesa y fina. También usa técnicas receptivas, que consisten en la escucha de piezas musicales.

Las técnicas activas se desvelan como herramientas muy valiosas para el tratamiento de los síntomas motores generales de la enfermedad de Parkinson que responden muy bien al tratamiento con este tipo de técnicas. Comprenden la sincronización de actos motores —como el baile, el paso, el movimiento de brazos o cualquier otro tipo de acción motora— con estímulos musicales que tienen un fuerte componente rítmico con el fin de mejorar la coordinación del sistema motor (Sihvonen *et al.*, 2017). Este tipo de intervención pretende influir sobre aspectos tan variados como el control postural y el equilibrio, la fluidez del paso, la memoria, la atención, la fatiga, la depresión, la ansiedad, los problemas de sueño o el aislamiento social (Thaut y Hoemberg, 2014; Pacchetti *et al.*, 2000). La estimulación motora sincronizada con la música ofrece mejores resultados que la estimulación sin base musical (Sihvonen *et al.*, 2017), aunque no presenta efectos en la producción de la voz, la fluidez o la prosodia.

Las técnicas receptivas, que consisten en la escucha de piezas musicales, se utilizan para mejorar aspectos psicológicos y neuronales que no tienen que ver con los motores. Por ejemplo, benefician a personas que sufren demencias o Alzheimer, ya que la evocación de melodías conocidas les recuerda el pasado y los conecta con las emociones experimentadas en esos momentos (Jauset-Berrocal, 2018) y también mejora aspectos como la atención selectiva que es responsable de otros mecanismos cognitivos como los procesos ejecutivos y la memoria necesarios para la realización de las actividades diarias (Carcavilla *et al.*, 2017).

Todo esto se debe a que la música interviene en la modulación neuroquímica. Esto es, por efecto de la música se observan cambios en los niveles de hormonas y neurotransmisores de los diferentes sistemas como son el de recompensa, motivación y placer; el del estrés y la ansiedad; el de la inmunidad y el de la socialización. La música evoca sentimientos muy fuertes de todo tipo. Produce placer en el cerebro, puesto que activa las áreas cerebrales asociadas al mismo (Peretz, 2019). Esto incrementa los niveles de sustancias como la dopamina, los opioides, la serotonina, la



oxitocina y las endorfinas y, en cambio, reduce los niveles de cortisol, es decir, aumenta aquellas sustancias que inducen a la relajación, la alegría y la socialización, mientras que reduce el estrés y la ansiedad, la tristeza y la soledad (Chanda y Levitin, 2013).

Desde un punto de vista anatómico, además, la música parece que transforma morfológicamente el cerebro mediante el mecanismo de la neuroplasticidad por el cual el sistema nervioso se modifica y crea conexiones nerviosas como respuesta a los estímulos y a la información nueva que recibe (Garcés-Vieira y Suárez-Escudero, 2014; Peretz, 2019; Olszewska *et al.*, 2021; Janzen *et al.*, 2022). Las neuronas pueden alterar su estructura y funcionamiento en respuesta a una gran variedad de factores internos y externos (Kleim y Jones, 2008; Olszewska *et al.*, 2021). Por ejemplo, por la ejecución de tareas con alta relevancia cognitivo-conductual —como el habla o la música (Besson *et al.*, 1998)—, de tareas motoras repetitivas y, sobre todo, por las que activan los circuitos que implican a la emoción, motivación y recompensa (Kleim y Jones, 2008; Altenmüller y Furuya, 2018: 1480-1542). De hecho, se observa un desarrollo cerebral mayor en adultos músicos en comparación con adultos no músicos ( Schlaug, 2015). Por ejemplo, la diferencia que se advierte en la morfología de los fascículos arqueados de los músicos respecto a los no músicos puede ser la causa de que los primeros perciban mejor el habla en un entorno ruidoso (Li *et al.*, 2021). Los músicos también parecen tener una mayor capacidad de comprender el habla de los afectados por disartria y, por ello, se comunican mejor con estos grupos (Connaghan *et al.*, 2021).

Asimismo, el tronco encefálico mejora su funcionalidad con la práctica musical. El tronco encefálico conecta el cerebro con la médula espinal y se encarga del envío de información motora y de la regulación de funciones automáticas como la respiración, la frecuencia cardíaca, la deglución o la digestión. La velocidad en la reacción ante estímulos auditivos que presenta el tronco encefálico de los músicos mejora en unos diez milisegundos respecto a la de los no músicos y, además, existe correlación entre la velocidad de reacción y el tiempo que el músico lleve practicando su instrumento (Musacchia *et al.*, 2008).

También el cuerpo calloso —la parte que conecta los dos hemisferios— aumenta de tamaño con la práctica de la música, mejorando la comunicación entre los hemisferios. Los músicos profesionales constatan este desarrollo mientras que los sujetos no músicos no lo presentan. Incluso se observa en músicos profesionales un incremento de la materia gris de las áreas motoras, auditivas y viso-espaciales que se correlaciona con el tiempo que lleven practicando el instrumento (Schlaug *et al.*, 1995; Gaser y Schlaug, 2003). Es decir, de la práctica profesional se deriva un gran desarrollo neurológico (Altenmüller y Furuya, 2018; Olszewska *et al.*, 2021).

Por último, la música provoca efectos motores y estimula el córtex auditivo independientemente de si el sujeto solo escucha música, toca algún instrumento o sencillamente imagina una melodía y se recrea en ella mentalmente (Halpern y Zatorre, 1999; Gunji *et al.*, 2007). En otras palabras, la neuroplasticidad asociada a la práctica musical se presenta como un conocimiento por explorar en futuras investigaciones (Chatterjee *et al.*, 2021). Por eso, en la presente tesis se intenta averiguar si todos esos efectos beneficiosos se extienden a la práctica activa del canto en las condiciones anteriormente mencionadas, adultos con Parkinson.

Teniendo en cuenta todas las cuestiones anteriormente expuestas, la aplicación de una intervención basada en el canto parece que puede resultar beneficiosa para la mejora de los rasgos vocales afectados por la enfermedad de Parkinson. De ahí surge la idea de esta investigación. Si el problema subyacente en las personas con Parkinson es neurodegenerativo, y no orgánico o funcional, tiene sentido preguntarse si los cambios motores que involucran al aprendizaje del canto se exteriorizarían en una transferencia de dicho aprendizaje motor a otras habilidades del mismo ámbito. La transferencia motora es el fenómeno cognitivo por el cual el aprendizaje de una clase de habilidad motora influye sobre otro tipo de habilidad motora diferente (Lucea, 1999: 81). Se podría inferir, pues, que el aprendizaje del canto tendría la capacidad de modular morfológicamente el cerebro y que esta actividad se convierte en una especie de neuroaprendizaje (Tyng *et al.*, 2017; Rivera-Rivera, 2019; Stemple y Hapner, 2019); lo que sin duda puede contribuir a la mejora de la calidad de vida de las personas aquejadas con esta enfermedad. Para ello es necesario considerar algunos principios propios del aprendizaje y transferencia motrices y elegir los ejercicios que forman

parte del protocolo de canto de entre aquellos que respeten dichos principios los potencien.

Esta tesis es un estudio pionero en el sentido de que aborda por primera vez la caracterización, desde el punto de vista de la fonética clínica, de un grupo de rasgos fonatorios antes y después de una intervención de técnica de canto de estilos occidentales de tipo individual y en grado de experto —intervención específicamente diseñada mediante un estudio piloto previo— en un grupo gerontológico afectado de una enfermedad no específica del lenguaje, pero con repercusiones en la producción del habla, la enfermedad de Parkinson. De modo colateral, también es el primer estudio que analiza esos mismos aspectos fonético-clínicos en un grupo control del mismo rango etario pero que no padecen dicha enfermedad. Ese conjunto de rasgos fonéticos analizados son los que diferencian las características vocales de las personas afectadas de Parkinson de otras patologías o de la voz geriátrica en general.

En cuanto a la estructura de la tesis, el primer capítulo corresponde a esta introducción. El segundo capítulo es el marco teórico, que se divide a su vez en cinco apartados. El primer apartado trata sobre aspectos generales anatómicos y fisiológicos de la emisión vocal. En el segundo apartado se examinan los parámetros objeto de análisis de esta tesis. En cuanto al tercero, se ocupa de describir las características vocales de la disartria hipocinética y de la presbifonía. El cuarto apartado se dedica a los procedimientos terapéuticos convencionales y musicales para la disartria hipocinética. Por último, el apartado quinto se destina a analizar los diferentes estudios sobre las intervenciones existentes con voz cantada como método de cambio conductual vocal para la disartria hipocinética y para la presbifonía.

El tercer capítulo describe el procedimiento metodológico utilizado en la presente investigación, donde se detalla el experimento piloto que da lugar a esta tesis, se explicitan los objetivos y las preguntas de investigación, los métodos tanto de recogida y análisis de datos y se ofrece el protocolo de ejercicios seleccionados para la intervención. En el cuarto capítulo se presenta los resultados de los análisis estadísticos de los datos, en el quinto se desarrolla la discusión y en el sexto se recogen las conclusiones. Finalmente en el séptimo y último capítulo se encuentran las referencias bibliográficas. Se adjuntan como anexos el documento de aprobación del

Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), el modelo de consentimiento informado que todos los participantes debían firmar antes de participar en el proyecto, el listado de participantes junto con el título de las canciones que estudiaron cada uno de ellos y, por último, la primera página de algunas de las partituras trabajadas.

## **2. Marco teórico**

Los seres humanos se comunican fundamentalmente a través de lenguas orales que se manifiestan a través de la voz. La voz es el sonido que se produce cuando la corriente de aire proveniente de los pulmones atraviesa los pliegues vocales que vibran como consecuencia de esta excitación. Este sonido base luego es modificado en su salida hacia el exterior por las formas que adopta el tracto vocal. Se tienen que producir, entonces, varios procesos como son la fonación, la articulación del sonido, la transmisión del mismo y la recepción de dichos sonidos. Estos procesos son comunes a la voz hablada y a la voz cantada; en la primera se utilizan con fines comunicativos y en la segunda con fines artísticos.

A continuación se describe de manera sucinta cómo se produce la emisión vocal desde un punto de vista anatómico y fisiológico y desde un punto de vista acústico y biomecánico.

### **2.1. Aspectos anatómicos y fisiológicos de la producción vocal**

La producción de la voz es un sistema de tal complejidad que acaba involucrando a casi la totalidad del cuerpo humano (Coll, 2013a: 144). El cerebro es el responsable de la puesta en marcha de todo el sistema; envía la orden al sistema neuronal para que, mediante las vías nerviosas implicadas en el proceso, se active el conjunto de la musculatura motora responsable de la producción vocal<sup>3</sup>. En ella está implicada la respiración, la fonación y la articulación del sonido.

#### **2.1.1. La respiración**

El primer proceso que pone en marcha la producción vocal es el respiratorio; de no existir esa corriente de aire, no se produciría sonido alguno.

El proceso respiratorio consta de dos fases, la inspiración —fase en la que el aire entra por las fosas nasales, pasa por la tráquea e ingresa en los pulmones— y la espiración —fase en la que el aire es expulsado de los pulmones—. La mecánica respiratoria varía en función de su objetivo —ventilación o fonación— y su grado de exigencia —basal o forzada—. Además, los diferentes grupos musculares se combinan

---

<sup>3</sup> En el caso de las personas aquejadas de Parkinson —una enfermedad neurodegenerativa—, las vías neuronales no responden adecuadamente y no desencadenan la respuesta vocal deseada.

de diferente forma dando lugar a los distintos patrones respiratorios que participan tanto de la función ventilatoria como de la fonatoria (Coll, 2013a: 142).

En el caso de la función ventilatoria, según el grado de esfuerzo muscular, la inspiración basal se produce mediante un comportamiento activo, pero suave, de los músculos implicados en la misma y mediante la relajación de la pared abdominal para conseguir dicho objetivo. La inspiración forzada implica una activación mucho más exigente de la musculatura accesoria y de la musculatura abdominal (Lawrence y Moore, 2019: 30-31). En cuanto a la espiración ventilatoria, la de tipo basal es un fenómeno pasivo en el cual los músculos que actúan tienen por objeto disminuir el volumen de la caja torácica, mientras que la forzada es un proceso activo que sucede por la contracción de la musculatura de la pared abdominal anterior (Coll, 2013a: 142).

En la función fonatoria los pliegues vocales se encuentran unidos y la posición de cierre impide la libre expulsión del aire. Debido a la resistencia que presentan los pliegues, se necesita un alto grado de control sobre la espiración que cobra una gran importancia. El aire almacenado en los pulmones durante la inspiración sale con la presión justa como para romper la barrera que presentan dichos pliegues; la salida de aire causa una bajada de presión en esta zona y los pliegues vuelven a cerrarse. El aire se almacena de nuevo en la parte inferior de los pliegues hasta que una vez más alcanza la presión suficiente como para volver a separarlos. Este fenómeno se denomina *efecto Bernoulli* y cada período de apertura y cierre se denomina *ciclo fonatorio* (Titze, 1994: 71-74; Jiang y Hoffman, 2016: 53).

Así pues, la musculatura respiratoria no interviene con la finalidad de expulsar el aire sino de retenerlo para dosificarlo. Se trata entonces de producir un flujo de aire controlado que haga vibrar los pliegues vocales de manera constante, el tiempo que dure el soplo. A este tipo de espiración se le denomina *espiración controlada* y los músculos que contribuyen a generar y mantener la presión constante para producir el flujo continuo son los intercostales externos, los abdominales transversos y los oblicuos (Cobeta y Mora, 2013: 518). No así los intercostales internos cuya acción provocaría que las costillas bajen, la caja torácica se contraiga y el aire sea expulsado rápidamente (Thibodeau y Patton, 2013).

En caso de que el oyente se encuentre en una posición cercana al hablante, que la intensidad del habla sea baja o la duración de la emisión corta, es suficiente con una espiración natural o pasiva. Sin embargo, si se requiere una alta exigencia —como sucede con el teatro o el canto— la fase espiratoria controlada requiere utilizar la musculatura inspiratoria en la fase de espiración con el fin de retardar lo más posible la falta de aire. Para ello, los músculos que se contraen son los intercostales externos y el diafragma. Si aumenta la demanda de dificultad, también se activan los intercostales internos y los abdominales, principalmente los transversos y los oblicuos (Cobeta y Mora, 2013: 518).

En cuanto a los patrones respiratorios, según el grupo muscular activado, se pueden advertir tres tipos de patrones. En el patrón clavicular o torácico superior se elevan los hombros y las clavículas con la ayuda de la musculatura del cuello para inspirar, incluso algunas personas levantan la caja torácica (Shipley, 1992: 270; Martin, 2021: 115). El intercostal o torácico medio implica la expansión de la zona torácica media durante la inspiración mientras que la zona torácica inferior y la abdominal no experimentan dicha expansión. Los responsables exclusivos de este patrón son los músculos torácicos (Shipley, 1992: 270). Por último, en el patrón costodiafragmático o abdominal, la musculatura abdominal se relaja lo que permite una mayor expansión de la caja torácica y de las costillas inferiores y un mayor descenso del diafragma; el movimiento de los hombros y del tórax son mínimos y el volumen de aire inhalado es máximo (Martin, 2021: 115).

Los patrones respiratorios tienen una gran influencia en la función fonatoria, ya que muchos problemas vocales se deben a hábitos respiratorios incorrectos (Jackson-Menaldi, 1992: 123). Por ejemplo, el patrón clavicular inspiratorio resulta ineficaz para el habla porque genera grandes tensiones en la musculatura cervical (Coll, 2013a: 143) y la entrada de aire en los pulmones es mínima (Martin, 2021: 115). El patrón torácico medio es el patrón más utilizado para la respiración natural y para el habla (Martin, 2021: 115). En cuanto al patrón costodiafragmático o abdominal, este es un patrón que no suele ser el habitual de manera natural sino que es necesario aprenderlo y entrenarlo para mantenerlo (Shipley, 1992: 270). Esto en parte es debido a que los patrones respiratorios tienen bastante que ver con la postura corporal. En estado de

reposo, la respiración es abdominal cuando se está en posición supina y clavicular, cuando se está de pie (Jenkins, 2005: 114-116). Por eso, se produce una sensación de incomodidad cuando se trata de usar la respiración abdominal en posición de bipedestación a menos que sea entrenada; no obstante, este es el patrón que proporciona un mayor equilibrio entre los músculos inspiratorios y espiratorios, resultando el patrón más eficaz cuando la voz requiere de una alta exigencia (Coll, 2013a: 143; Cobeta y Mora, 2013: 518).

### **2.1.2. La fonación**

El soplo aéreo proveniente del sistema respiratorio atraviesa la *laringe* donde se encuentran los *pliegues vocales*. El espacio que existe entre los pliegues vocales se denomina *glotis* (Sañudo *et al.*, 2013: 30). El espacio glótico se divide entre la parte limitada por el borde libre de los pliegues vocales —la glotis ligamentosa o membranosa— y la delimitada por la cara interna de los cartílagos aritenoides, la glotis cartilaginosa (Sañudo *et al.*, 2007: 2462). La glotis ligamentosa supone el 60 % aproximadamente de la longitud total de los pliegues y la cartilaginosa el 40 % (Cervera y Núñez, 2013: 48); y es en esta parte donde las mujeres jóvenes presentan un hiato que impide que los pliegues se cierren por completo (Linville, 1996; Hixon *et al.*, 2020: 115-118).

Los pliegues vocales están compuestos de una serie de capas que se diferencian por su composición histológica y que generan diferentes comportamientos biomecánicos. La capa más superficial de los pliegues vocales es el epitelio, por debajo de él se encuentra la lámina propia —dividida a su vez en capas superficial, intermedia y profunda— y el músculo vocal, el tiroaritenoides, es la parte más profunda. Mecánicamente estas cinco capas se agrupan en tres. La más exterior es la mucosa —formada por el epitelio y la capa superficial de la lámina propia—; a la mucosa sigue el ligamento —compuesto por las capas intermedia y profunda de la lámina propia— y la capa más interna es músculo vocal (véase la figura 1).



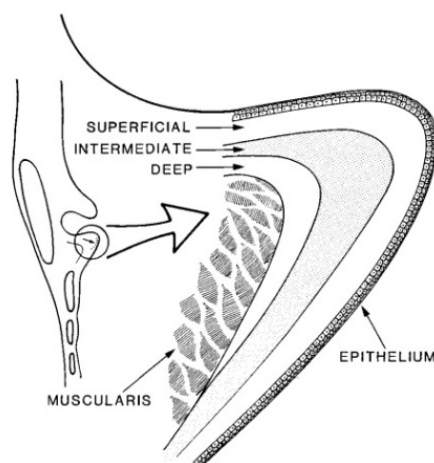


Figura 1. Las cinco capas que componen los pliegues vocales. Los pliegues vocales se componen del epitelio —la capa más superficial—, las tres capas de lámina propia —la superficial, la intermedia y la profunda— y el músculo vocal —el tiroaritenoides— (Imagen tomada de Colton et al., 2006).

La mecánica vibratoria de los pliegues vocales ha suscitado numerosas teorías. Sin embargo, en 1962 el doctor Jorge Perelló formula su *teoría muco-ondulatoria* que expone que la mucosa de los pliegues vocales, ante la corriente espiratoria que la atraviesa, se comporta de manera ondulatoria. Esta teoría se ve completada por la propuesta de Hirano, la *teoría del cuerpo-cubierta* de la función laríngea. Según este autor, la capa superficial y la intermedia de la lámina propia están desconectadas y una se desliza sobre la otra lo que implica que ambas capas forman parte de dos estructuras diferentes con distinto funcionamiento mecánico. A la estructura compuesta por el músculo tiroaritenoides y las capas profunda e intermedia de la lámina propia o ligamento la denominó *cuerpo*. La capa superficial de la lámina propia y el epitelio conforman la *cubierta* (Hirano, 1974).

Los pliegues vocales deben vibrar de manera periódica y simétrica. La periodicidad se refiere a la regularidad en la vibración de los pliegues y depende de la estabilidad del grado de contracción que influye en la rigidez de los mismos, de sus características biomecánicas y de que el suministro de aire que mantiene la vibración sea constante. La simetría consiste en la cualidad que tienen los pliegues para desplazarse lateralmente, a causa de la vibración, de modo simétrico. La asimetría suele deberse a diferencias en la masa de los pliegues —cantidad de material vocal que vibra en cada momento (Titze, 1994: 193)— o a la inmovilidad de uno de ellos (Cobeta, Peinado y García-López, 2008: 2554). El comportamiento vibratorio de los

pliegues está condicionado, en última instancia, por las variaciones de longitud, masa, tensión y viscosidad de los propios pliegues (Hirano, 1974; Jiang y Hoffman, 2016: 51), que influyen sobre la periodicidad y la asimetría y tienen una influencia directa sobre la calidad de la fonación.

Fisiológicamente, además, los pliegues vocales participan en dos tipos de acciones diferentes que son la de cierre y apertura glótica —o aducción y abducción— y la de la elongación y acortamiento de los pliegues. En la posición de aducción se produce la fonación y en la abducción, la respiración. Tanto el mecanismo de apertura como el de cierre dependen, sobre todo, de la basculación, el deslizamiento o la rotación de los cartílagos aritenoides. La elongación de los pliegues vocales se origina por contracción de los músculos cricotiroideos —comportamiento este que incrementa principalmente la tensión de la cubierta y, en menor medida, la del cuerpo— o por basculación posterior del aritenoides —que incrementa la tensión del cuerpo mientras que decrece la de la cubierta—. El acortamiento se produce por contracción del músculo tiroaritenoides o por basculación anterior del aritenoides (Jiang *et al.*, 2000; Sañudo *et al.*, 2013: 29-46; Jiang y Hoffman, 2016: 52). Asimismo, la tensión de la cubierta también depende del grado de contracción de la musculatura laríngea que viene determinado por el flujo de aire que proviene de los pulmones (Rodellar-Biarge *et al.*, 2013: 76). Para una mayor claridad de las estructuras anatómicas mencionadas, obsérvese, a continuación, la figura 2.

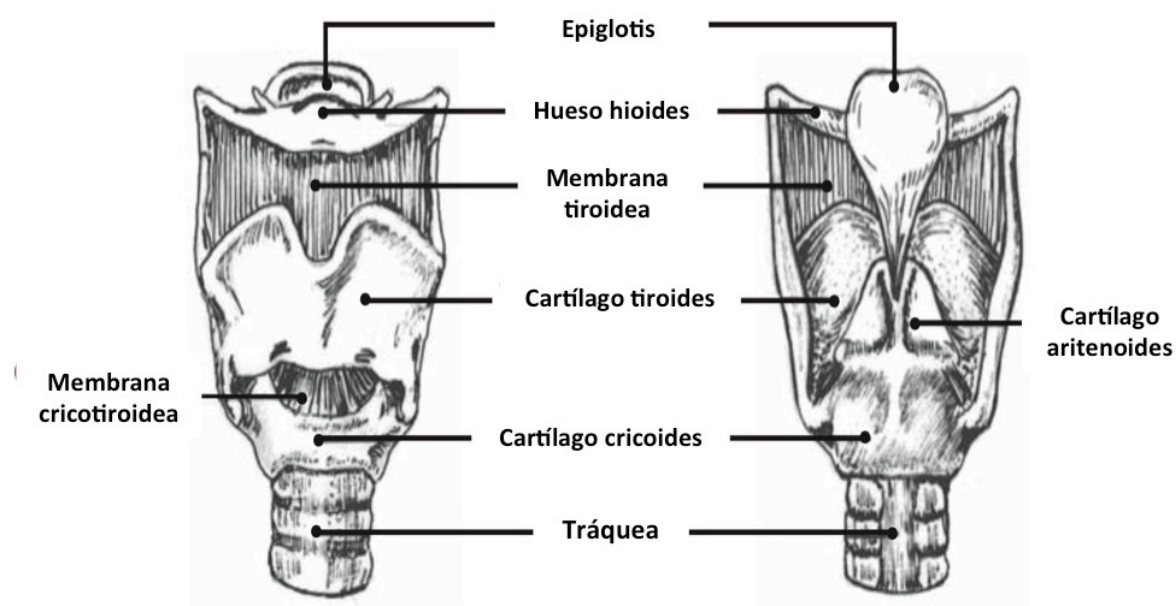


Figura 2. Estructura anatómica básica de la laringe. (Imagen adaptada de Raphael *et al.*, 2011: 71).

### 2.1.3. La articulación

Por último, el soplo de aire ya convertido en sonido por la vibración de los pliegues vocales llega al tracto vocal que es la zona que abarca desde la laringe hasta los labios y que tiene forma de tubo desigual (Godino y Gómez-Vilda, 2013: 94; Stemple *et al.*, 2020: 21). El tracto vocal modifica dicho sonido mediante las diferentes posiciones que adopta el sistema articulador (Sundberg, 1987: 93). Este sistema, al moverse, crea distorsiones en el tracto vocal que modelan su forma y que modifican el sonido original producido por los pliegues vocales (Quilis, 1993: 103; Stemple *et al.*, 2020: 21). El ser humano aprovecha estas diferencias de sonido modelado por los articuladores para la comunicación y para el canto.

Los órganos de articulación se dividen en órganos activos y pasivos. Los activos son los que tienen la capacidad de moverse, como son la laringe, la epiglotis, la faringe, el velo del paladar, la mandíbula, la lengua y los labios. Los pasivos son aquellos que permanecen inmóviles, pero junto a los activos crean las obstrucciones que modifican el tracto vocal. Se trata de los dientes superiores, el paladar duro y los alvéolos —la

zona rugosa que se encuentra en la parte posterior de los dientes superiores—. De todos los órganos articuladores que existen, algunos se ejercitan de manera intensiva en la técnica de canto tradicional.

Los movimientos que produce la laringe tienen influencia en ciertos aspectos importantes de la producción vocal como son el grado de cierre glótico y la velocidad de vibración de los pliegues vocales (Drake *et al.*, 2005), rasgo este último que determina la curva melódica de la voz. La faringe es un conducto que comunica las cavidades oral y nasal con el esófago y la laringe, cuyos movimientos musculares constriñen o dilatan la cavidad faríngea (Drake *et al.*, 2005). El velo del paladar se compone de cinco músculos diferentes que sirven para elevar o bajar, constreñir o dilatar toda la estructura (Drake *et al.*, 2005).

La mandíbula produce movimientos de rotación y traslación. El movimiento de rotación se produce al deprimir la mandíbula. Si forzamos la apertura se produce la traslación; es decir, la protusión de la misma (Drake *et al.*, 2005).

La lengua es un órgano altamente flexible que es capaz de deformarse de una manera muy compleja debido a su estructura muscular, permitiéndole formar constricciones que varían mucho en lugar y grado. Es completamente necesario que sea así, puesto que participa en funciones motoras orales tan importantes como la respiración, el habla, la masticación o la deglución.

Los músculos intrínsecos de la lengua tienen tanto su origen como su inserción en otros músculos de la lengua. Sirven para modificar la forma de la lengua, para acortarla, aplanarla o ensancharla. La musculatura extrínseca es la que se origina en una estructura ósea y se inserta en la lengua y sirve para propulsar, deprimir, retraer y elevar la lengua (Takemoto, 2001; Perrier *et al.* 2000; Drake *et al.*, 2005). Los diestros movimientos de la lengua en la articulación del habla reflejan la compleja formación de la musculatura lingual (Takemoto, 2001).

La lengua descansa sobre la mandíbula, así pues trabaja en sinergia con ella y su movimiento es debido tanto a sus propios músculos como al movimiento de la mandíbula (Edwards y Harris, 1990). Los movimientos de la lengua interactúan con los pliegues vocales debido al músculo hiogloso que conecta ambas estructuras (Titze *et al.*, 2008).

En cuanto a los labios, los músculos más importantes que los componen son el buccinador, el risorio y los cigomáticos. El buccinador es el músculo de la mejilla y su contracción tensa la mejilla y la presiona contra los dientes. El risorio es un músculo cuya contracción eleva las comisuras de la boca hacia arriba y lateralmente. Los cigomáticos también contribuyen a la producción de la sonrisa, desplazan los labios lateralmente y hacia arriba (Drake *et al.*, 2005). El orbicular es un músculo que ocupa más que la parte coloreada de los labios y su movimiento causa la protusión y la retracción de los labios (Goldfinger, 1991).

La producción de la voz es, pues, un sistema muy complejo y el sonido del hablante que llega al oyente es una mezcla de la acción conjunta de los elementos anteriormente descritos —el tipo de soplo respiratorio, la acción de los pliegues y las posiciones de los articuladores—. Los rasgos fonatorios se ven muy mermados en su funcionamiento cuando cursa la enfermedad de Parkinson a consecuencia de la afectación neuronal que origina dicha enfermedad. Sin embargo, como los individuos con Parkinson suelen pertenecer a la población geriátrica, este grupo muestra características fonatorias propias que se engloban bajo el término de *presbifonía*. Por eso, resulta necesario examinar los rasgos que permiten diferenciar las características fonatorias de la disartria hipocinética de aquellas propias de la presbifonía.

## **2.2. Aspectos acústicos y biomecánicos de la fonación**

La voz que emite un sujeto también puede ser analizada desde un punto de vista acústico y biomecánico. El conjunto de rasgos fonatorios que se analizan a continuación son, por un lado, aquellos que resultan ser los más relevantes para distinguir la fonación de las personas con Parkinson de otros posibles trastornos vocales que pudieran padecer (Gómez-Vilda *et al.*, 2009; Gómez-Vilda *et al.*, 2017b; Gálvez-García *et al.*, 2019). De entre estos destacan los desbalances de la masa, la

tensión del cuerpo y de la cubierta de los pliegues vocales, y las irregularidades de la señal de voz, entre las que se encuentran las medidas de perturbación a corto y largo plazo. Por otro lado, se incluye también la frecuencia fundamental que, aunque no es un rasgo que distinga la fonación de las personas con Parkinson, muchos estudios que se abordan en la presente tesis, incluyen su análisis.

Otros rasgos acústicos o biomecánicos son la relación entre ruido y armónicos, el coeficiente de agudeza, la onda mucosa, etc. No obstante, no se describen en estas páginas por no ser objeto de estudio.

### 2.2.1. La frecuencia fundamental

Desde un punto de vista acústico, los pliegues vocales actúan como un transductor; su vibración convierte la energía aerodinámica generada por el sistema respiratorio en energía acústica. El movimiento vibratorio de los pliegues vocales genera un desplazamiento de las partículas aéreas circundantes que forman ondas de presión que se propagan por el medio aéreo hasta llegar al oído. Las ondas forman un patrón sinusoidal compuesto de dos magnitudes, la *amplitud* y la *longitud* como se puede advertir en la siguiente figura (véase la figura 3).

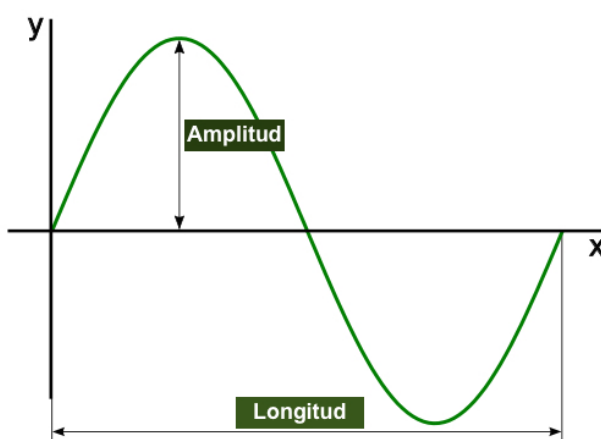


Figura 3. Representación de una sola onda sinusoidal o período. Los componentes de la onda son la amplitud y la longitud (imagen adaptada de Wikimedia Commons).

La *amplitud de onda* es el grado de desplazamiento respecto a una posición de referencia (Titze, 1995; Batalla y Nieto, 1999; Kreiman *et al.*, 2003; Hess, 2012). La *longitud de onda* es una magnitud física relacionada con la velocidad de vibración y con la duración de cada ciclo fonatorio. Representa el número de ondas que se producen por una unidad de tiempo (Johnson, 2012: 25), es decir, el número de veces que los pliegues vocales vibran por segundo (Laver, 1994: 450). La longitud de onda tiene su correlato acústico en la *frecuencia fundamental*<sup>4</sup> o  $f_0$  y se mide en hercios (Hz). La frecuencia fundamental es inversamente proporcional a la longitud de onda (a mayor longitud de onda, menor frecuencia y viceversa). Además, es inversamente proporcional a la masa del cuerpo que vibra y directamente proporcional a su tensión.

Los pliegues vocales presentan una masa y una tensión inherentes que resultan de sus características orgánicas y que le proporcionan una frecuencia vibratoria natural. La frecuencia fundamental de la voz humana muestra dimorfismo sexual resultando una media de unos 110 Hz para la voz masculina y de unos 200 Hz para la femenina (Núñez, 2013: 61). Asimismo, la frecuencia fundamental puede aumentar o disminuir a voluntad del individuo. Modificar la frecuencia fundamental significa generar las variaciones entonativas propias del habla.

El aumento o la disminución voluntaria de la frecuencia fundamental depende de la tensión de los pliegues que altera su masa vibrante —la cantidad de material vocal que vibra en cada momento— (Titze, 1994: 193). Cuando los pliegues vocales experimentan un estiramiento longitudinal, su masa disminuye y la tensión de las fibras en las distintas capas tisulares aumenta y eso determina el incremento de  $f_0$  y la producción de los perceptualmente denominados sonidos agudos (Jiang *et al.*, 2000; Batalla, 2008: 2511; Jiang y Hoffman, 2016: 53). Por el contrario, si se acorta la longitud de los pliegues, disminuye la tensión de la cubierta y aumenta la masa de los pliegues produciéndose una bajada de  $f_0$  y los perceptualmente llamados sonidos graves (Guyton y Hall 2016; Kayes, 2019: 20-22). De esta manera, cualquier alteración que modifique la masa, la tensión o la longitud de los pliegues vocales afecta a la configuración glótica e influye sobre la frecuencia fundamental de manera sustancial y

---

<sup>4</sup> Para la notación de la frecuencia fundamental se ha optado por utilizar la consonante inicial de la palabra *frecuencia* en cursiva (*f*) y la vocal *o*, de *oscilación*, en minúscula en subíndice tal como se ha establecido como estándar (Titze *et al.*, 2015).

no voluntaria. Eso ocurre con las numerosas características individuales tanto orgánicas como funcionales o neurológicas que pueden ser bien congénitas o bien adquiridas.

Entre las alteraciones orgánicas se encuentran, por ejemplo, el *sulcus* que es una especie de surco en el borde libre de los pliegues vocales o la *sinequia* que es la unión fibrosa de una porción de los pliegues vocales (Cobeta, Núñez y Fernández, 2013: 237-241). La composición histológica de los pliegues vocales también incide de manera directa sobre las propiedades viscoelásticas de los pliegues vocales. La composición histológica es muy sensible, por ejemplo, a la ingesta de medicamentos que afectan a la hidratación tisular o a los cambios hormonales causados por la edad entre otras causas (Chan *et al.*, 2009). La laringitis es otra de las causas de alteración de los pliegues vocales, al igual que ocurre con excrecencias como los nódulos, los quistes o los tumores (Cobeta, Núñez y Fernández, 2013: 237-241). Las alteraciones orgánicas suponen cambios en la masa y, consecuentemente, cambios en la voz (Jiang y Hoffman, 2016).

Las alteraciones funcionales son aquellas que se derivan del mal uso de los recursos vocales y también inciden sobre la frecuencia fundamental. La mayoría de alteraciones funcionales se deben a un exceso de tensión muscular; otras como la presbifonía o el defecto de cierre, son generadas, por el contrario, por una hipofunción muscular (Cobeta, Núñez y Fernández, 2013: 237-241). Los trastornos neurológicos también son el origen de problemas en el control de la tensión vocal. Las vías neuronales, cuando no funcionan correctamente, pueden provocar comportamientos no adecuados en la tensión o la contracción de los distintos músculos que participan en la función fonatoria (Núñez, 2013: 72).



### 2.2.2. Las irregularidades en la señal de voz: medidas de perturbación a corto y largo plazo

El cuerpo humano no puede producir una señal de voz completamente simétrica sin ningún tipo de irregularidad en las ondas, porque es una entidad natural (Mertens, 2015). Dichas irregularidades son comunes a todos los seres humanos y generan los denominados *ruidos* internos fisiológicos (Titze, 1995). Son involuntarias y se originan por diversas causas, como por ejemplo, por el efecto de las propiedades viscoelásticas de los tejidos musculares y por sus micro-movimientos pulsátiles; por los impulsos eléctricos del sistema nervioso; por la expansión y contracción de los vasos sanguíneos; por los movimientos de los cilios para transportar fluidos; por el flujo irregular de sangre por los vasos de los pliegues vocales; por el movimiento de los articuladores debido a su conexión con la musculatura laríngea interna y externa, etc. (Titze, 1994; Mukhopadhyay, 2010: 339). Además, factores externos como las situaciones de estrés, los estados de ansiedad o de hipoglucemia, el consumo de café y la ingesta de algunos medicamentos pueden provocar un alto grado de inestabilidad (Shah y Kelly, 2003: 244). Por todo ello, un cierto grado de irregularidad e inestabilidad es esperable en un sistema saludable y no compromete la regularidad general de la señal (Kreiman *et al.*, 2003; Gaminde *et al.*, 2014; Mertens, 2015). Sin embargo, un grado elevado por encima del esperable puede ser indicador de trastorno vocal, el cual se percibe como ronquera o aspereza —a más cantidad de oscilaciones por segundo, más aspereza percibida— (Biemans, 2000: 28; Kreiman *et al.*, 2003).

Las irregularidades en las ondas de la señal de voz se pueden dividir entre *medidas de perturbación a corto plazo y a largo plazo*. Las *medidas de perturbación a corto plazo* reflejan las irregularidades en la longitud, la amplitud y la forma que experimenta la onda de un ciclo a otro, por eso estas medidas se denominan *perturbación a corto plazo* (Titze, 1995). La *perturbación a largo plazo* es una medida que cuantifica una *fluctuación* o desviación severa del patrón vibratorio esperable (Titze, 1995) que se manifiesta en forma de *temblor*, un movimiento oscilatorio, rítmico —es decir, que abarca varios ciclos— e involuntario de una parte del cuerpo (Hess, 2012). Dentro de las medidas de perturbación a corto plazo se encuentran, a

efectos de la presente tesis, las medidas de *jitter* y *shimmer*; y dentro de las medidas a largo plazo, el temblor fisiológico, el neurológico y el *flutter*.

El *jitter* es la perturbación existente en la duración de cada ciclo fonatorio y el *shimmer* es la perturbación correspondiente en la amplitud de la onda entre cada ciclo fonatorio (véase la figura 4).

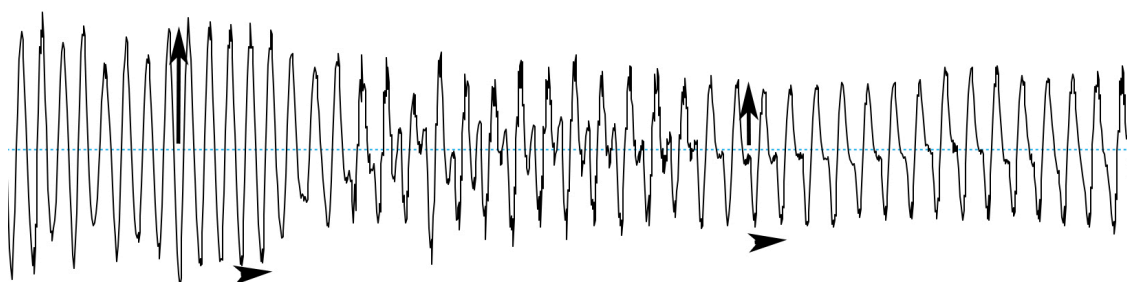


Figura 4. Secuencia de ondas sonoras e irregularidad entre los diferentes pulsos. Las flechas horizontales revelan irregularidades en la frecuencia o *jitter* (el período de cada ciclo es diferente). Las flechas verticales señalan la irregularidad en cuanto a amplitud o *shimmer* (la distancia de cada onda al eje central es diferente). (Imagen de una muestra extraída con el programa informático Praat perteneciente a una de las participantes del presente estudio).

El *jitter* está condicionado por la frecuencia y por la intensidad del sonido, es decir, es una medida sensible al tono e intensidad de la voz: es menor a frecuencia más alta y a intensidad más alta (Cobeta, Peinado y García-López, 2008: 2559-2560). El *shimmer* se relaciona de modo inverso con la intensidad, al aumentar esta, disminuye el valor de *shimmer* (Cobeta, Peinado y García-López, 2008: 2559-2560). Las principales causas por las que se produce el aumento de las perturbaciones a corto plazo son neurológicas, porque el sistema nervioso no controla adecuadamente el funcionamiento de los pliegues vocales; aerodinámicas como un cierre glótico deficiente y mecánicas como la asimetría de los pliegues —ese es el caso de ciertas lesiones, por ejemplo, los nódulos o los pólipos, que cambian las propiedades biomecánicas de los pliegues de forma no simétrica — (Cobeta y Núñez, 2013: 194).

El *temblor* en general es una oscilación involuntaria que puede afectar al cuerpo humano por completo o a una sola parte (Elble, 2017: 311; Palacios, 2017). El *temblor vocal* muestra el grado de inestabilidad de los pliegues vocales y es indicador de la actividad neuromotora que genera la producción de la voz (Titze, 1995; Marshall y Ramig, 2014; Gálvez-García *et al.*, 2019). Es decir, la descoordinación que provoca el temblor vocal puede tener un origen neurológico (Gómez-Vilda *et al.*, 2017b), pero al

ser el habla consecuencia de un sistema no lineal en el que se involucran muchas estructuras musculares (Hlavnička *et al.*, 2020), cualquier leve alteración anatómica, fisiológica, neuromecánica o funcional de la laringe o de los pliegues vocales, puede producir ese temblor basal que permite apuntar hacia un potencial diagnóstico temprano de la enfermedad (Peplinski *et al.*, 2019). Sin embargo, no tiene por qué indicar un desorden vocal o neurológico (Morris y Harmon, 2010).

El temblor se compone de frecuencia y de amplitud (véase la figura 5). La fluctuación vocal que caracteriza al temblor puede ser más rápida o más lenta y se suele dividir en tres bandas de velocidad: la más baja, de 2 a 4 Hz; la intermedia, de 5 a 8 Hz y la más alta, de 10 a 12 Hz (Gómez-Vilda *et al.*, 2017b). A la velocidad más baja se le suele denominar *temblor fisiológico*<sup>5</sup> o *wow*; a la intermedia, *temblor neurológico* o *tremor* y a la más alta, *flutter*<sup>6</sup> (Kreiman *et al.*, 2003; Marshall y Ramig, 2014; Gómez-Vilda *et al.*, 2017b; Gálvez-García *et al.*, 2019; Hlavnička *et al.*, 2020). Dentro de cada una de estas bandas de velocidad, el grado de amplitud en relación con la media de la tensión del cuerpo de los pliegues es uno de los indicativos de la gravedad del trastorno vocal (Gómez-Vilda *et al.*, 2017b).

---

<sup>5</sup> El temblor fisiológico y el denominado *vibrato* en voz cantada son dos conceptos bastante similares. Ambos consisten en una oscilación lenta de la frecuencia fundamental. Sin embargo, el temblor fisiológico es involuntario e irregular mientras que el vibrato es una oscilación voluntaria y periódica. Esa fluctuación tiene una frecuencia de, aproximadamente, 4 a 6 Hz y una amplitud de unos 5 Hz —entre 0,5 a 1 semitono—. Si la frecuencia del vibrato es menor de 4 Hz se percibe como una voz temblorosa, si es superior a 7 Hz se percibe como una voz *caprina* en términos de técnica de canto. En cambio se considera muy recomendable estilísticamente que exista vibrato y se considera como bien coordinada la voz que lo presenta, por eso se considera un recurso ornamental y es necesario que el cantante lo entrene y lo domine. (Sundberg, 1987: 163-176; Titze, 1994: 289-293; Dromey y Smith, 2008; Cobeta y Mora, 2013: 521).

<sup>6</sup> *Wow* y *flutter* son términos preceptivos usados habitualmente en el campo de grabación y reproducción analógicas; en concreto, se derivan de problemas de funcionamiento por la fricción la estabilidad de discos y *cassettes*. En ambos tipos de dispositivos los pequeños desajustes de velocidad son continuos. En ocasiones la oscilación es rápida y se denominó *flutter* al efecto perceptivo que se derivaba de ella. Otras veces la oscilación es lenta y se denomina *wow* (Hoffmann, 2004). En español se suele denominar *lloro* y *centelleo* al *wow* y al *flutter*, respectivamente, por parte de los técnicos de sonido (Consultado en el diccionario online sobre términos de sonido en <https://www.doctorproaudio.com/content.php?117-diccionario-glosario-sonido>).

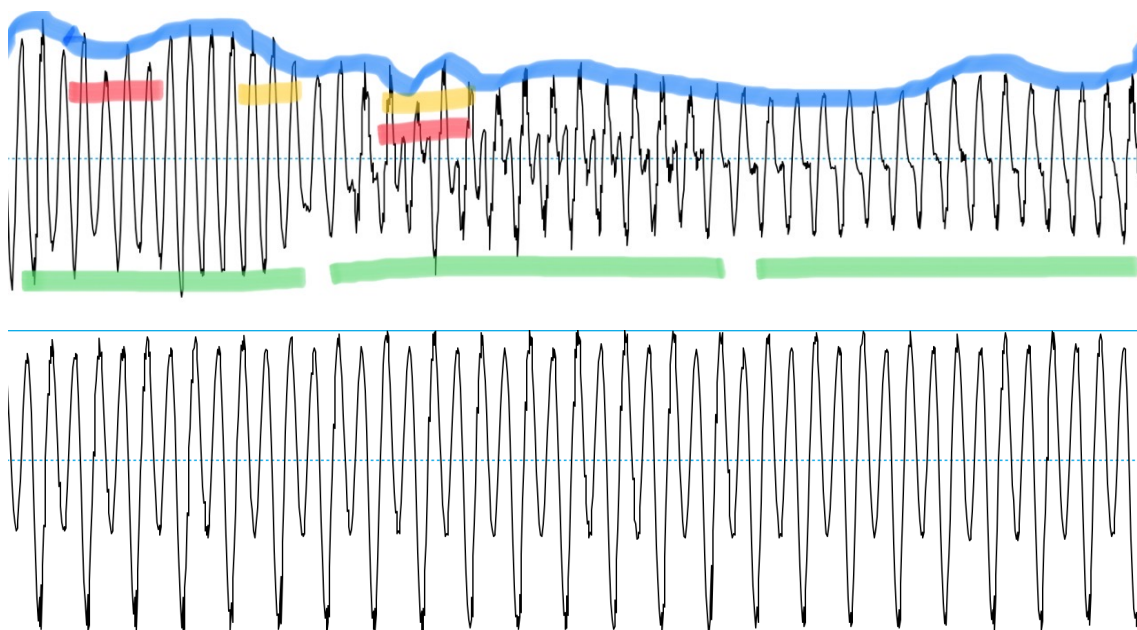


Figura 5. Segmento de voz natural y perturbaciones a corto plazo y largo plazo. Las perturbaciones a largo plazo son las que ocurren de onda a onda y las de largo plazo son segmentos que duran varias ondas. Imagen perteneciente a una de las participantes del estudio. El marcador amarillo muestra algunas zonas donde presenta *jitter* —el espacio entre ondas se estrecha o se ensancha— y el marcador rojo las zonas donde se observa *shimmer* —varía la distancia a la línea central entre una onda y la siguiente—. El marcador azul muestra los temblores que afectan a la amplitud de la señal —por eso el trazado asciende y desciende— y el verde, los temblores relativos a la longitud o frecuencia de la onda —existen tres grupos donde la distancia entre ondas varía—. En la imagen inferior aparece otro segmento de voz natural donde se observa la regularidad de las ondas en cuanto a frecuencia y amplitud tanto a corto como a largo plazo (ambas imágenes han sido extraídas con Praat y tomadas del presente experimento y de la misma participante en diferentes momentos del estudio).

La existencia de *jitter*, *shimmer* o temblores en la voz no implica en sí misma la existencia de un trastorno vocal, ya que la voz humana, de manera natural, cuenta con un cierto grado de irregularidad. Si se sobrepasa cierto umbral<sup>7</sup>, se puede sopesar una posible existencia de patología teniendo siempre en cuenta que, en sentido estricto, el umbral de patología para todas estas medidas dependerá de las características idiosincrásicas de la persona, de la base de datos normativa que se utilice como referencia, y en menor grado, de la aplicación informática que se esté utilizando. Además, es necesario que exista una interpretación de los resultados, puesto que las causas por las que se pueden originar las perturbaciones son diversas. El simple incremento en la frecuencia fundamental puede implicar la reducción del *jitter* y el aumento de la intensidad puede suponer la disminución del *shimmer*. Factores como el

<sup>7</sup> Por ejemplo, en el caso del *jitter*, se suele considerar un indicio de trastorno vocal un valor de la variabilidad superior al 1% (Cobeta y Núñez, 2013: 195; Teixeira y Fernandes, 2014); el umbral de patología para el *shimmer* se suele establecer a partir del 3% de irregularidad (Teixeira y Fernandes, 2014).

proceso de envejecimiento, defectos en el cierre glótico, asimetrías en la masa de los pliegues vocales, cambios en las propiedades biomecánicas de las mismas y falta de control neurológico sobre los pliegues vocales conducen asimismo a un aumento en el *jitter* (Cobeta y Núñez, 2013: 194-195).

### **2.2.3. Los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y la cubierta de los pliegues vocales**

El *desbalance* es la medida fonatoria que también puede ser útil para valorar la gravedad del trastorno vocal mediante la observación de la asimetría en los patrones de vibración. Como se menciona en el apartado anterior, la voz se produce cuando la energía aerodinámica se convierte en acústica y las condiciones óptimas para que la conversión sea más eficaz se producen cuando cuerpo y cubierta tienen igual tensión o, incluso, cuando la cubierta está menos tensa que el cuerpo (Jiang *et al.*, 2000). Sin embargo, en ocasiones se producen desequilibrios tanto en el cuerpo —en el músculo tiroaritenoides y en las capas profunda e intermedia de la lámina propia o ligamento— como en la cubierta — en la capa superficial de la lámina propia y en el epitelio— debido a descompensaciones entre la masa y la tensión. Los desequilibrios pueden implicar un cambio en el patrón vibratorio que suponga que cada pliegue vocal vibre a diferente velocidad<sup>8</sup> (Gómez-Vilda *et al.*, 2013a).

El *desbalance* en los pliegues vocales no suele tener un efecto directo en la voz, por lo que esta se percibe como normal. Solo cuando el problema es realmente grave, es decir, cuando existe un cierre glótico incompleto, se produce un patrón fonatorio irregular que se traduce en diplofonía —voz bitonal—, ronquera o voz aérea (Isshiki, 1989: 29-30).

Al igual que ocurre con la frecuencia fundamental y con las perturbaciones a largo y corto plazo, los desbalances no indican por sí mismos la existencia de patología vocal, sino que es necesaria la valoración en conjunto con el resto de rasgos y considerar la patogénesis de la enfermedad de Parkinson, sus manifestaciones fonatorias y sus diferencias con la voz senil o presbifonía para una estimación más precisa.

---

<sup>8</sup> Por ejemplo, en caso de parálisis del nervio laríngeo, el patrón vibratorio se ve afectado por asimetrías en la tensión (Titze, 1994: 194; Baken, 2005: 173; Jiang y Hoffman, 2016: 52).

### **2.3. Voz, envejecimiento y enfermedad de Parkinson**

La enfermedad de Parkinson es uno de los trastornos neurodegenerativos más frecuentes en el mundo (Gonçalves *et al.*, 2016). La media de inicio de la enfermedad se sitúa aproximadamente a los 50 años y los datos de prevalencia indican que afecta al 1 % aproximadamente de personas mayores de 65 años y al 3 % de los mayores de 80 años (Gonçalves *et al.*, 2016; Benito-León, 2018; Carrillo-García, 2019; Balestrino y Schapira, 2019). Según el último informe técnico de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2022), las cifras de personas a las que se les diagnostica esta enfermedad se incrementa año a año.

La edad parece ser su factor de riesgo más importante (Balestrino y Schapira, 2019; del Rey *et al.*, 2021), es decir, que la enfermedad de Parkinson se relaciona fuertemente con el proceso de envejecimiento, un proceso biológico natural de todo ser vivo.

#### **2.3.1. Senectud y presbifonía**

La senectud comporta cambios estructurales y funcionales que no derivan de ninguna enfermedad. Los síntomas de la edad van produciéndose de forma muy lenta y paulatina. A grandes rasgos consisten en atrofia y degeneración de las neuronas motoras y disminución de la masa y de la fuerza muscular. Asimismo aumenta el nivel de fatigabilidad, se produce un déficit de la capacidad regenerativa del sistema muscular esquelético y otros problemas del metabolismo celular como la resistencia a la insulina (Lexell *et al.*, 1988; Hunter *et al.*, 2016; Distefano y Goodpaster, 2017; Tieland *et al.*, 2018; Degens, 2019).

Se considera que el proceso clínico con la sintomatología característica empieza aproximadamente a los 65 años, aunque alrededor de un 30 % presenta cambios en los tejidos cartilaginoso, muscular y óseo, en el sistema nervioso y en la composición celular —como por ejemplo la pérdida de elastina y colágeno en las distintas estructuras laríngeas, sobre todo, en los pliegues vocales— a partir de los 50 años (Lesauskaite y Ebejer, 1999; Fernández, Cobeta y Vaca, 2013: 306; Gómez-Vilda *et al.*, 2016; Distefano y Goodpaster, 2017; Galluzzi y Garavello, 2018; Rojas *et al.*, 2020).

Es decir, los sistemas que se encuentran afectados en general por el proceso de envejecimiento coinciden con los que intervienen en la producción de la voz; se trata de los sistemas neuronal, hormonal, auditivo, respiratorio, muscular y óseo (Fernández, Cobeta y Vaca, 2013: 307-312; Galluzzi y Garavello, 2018). Si bien el proceso de deterioro se puede ver acelerado por el estilo de vida del sujeto —sobre todo falta de ejercicio físico— y el desarrollo de alguna enfermedad (Distefano y Goodpaster, 2017), aunque también influye la genética, la nutrición, la medicación o el estado hormonal (Hunter *et al.*, 2016; Tieland *et al.*, 2018).

Sin embargo el desafío metodológico derivado de las particulares características de los sujetos cuando se trata de grupos gerontológicos es considerable. Quizás la falta de estudios se deba a que las personas de edad avanzada suelen ser personas que sufren de pluripatología y que experimentan enfermedades crónicas y comorbilidades con implicación de polifarmacia. De hecho, las enfermedades son la norma y no la excepción a partir de ciertas edades (Pérez-Zepeda *et al.*, 2018: 1-2). Aunque los trabajos sobre gerontología cuentan con la dificultad añadida de que los sujetos que se prestan voluntarios para la investigación corren un alto riesgo de sufrir un rápido deterioro mental o funcional, o incluso el fallecimiento repentino, sobre todo, en el caso de las personas que ya tienen una enfermedad previa. La carencia de estudios sobre esta etapa debido a estas dificultades mencionadas es patente (Dartigues, 2005; Pérez-Zepeda *et al.*, 2018: 1-9).

Sin embargo, la vejez no se considera una enfermedad sino un proceso natural y la gravedad de los problemas vocales asociados a la vejez y el grado de incapacidad que implica suelen pasar desapercibidos. Para mejorar la calidad de vida geriátrica es esencial analizar un tipo de producción vocal que suele estar desatendida en los estudios sociolingüísticos y sociofonéticos como es la del grupo etario de más de 60 años.

El proceso de envejecimiento provoca cambios orgánicos y morfológicos en el órgano vocal derivados de todas las alteraciones mencionadas en los párrafos precedentes. Dichos cambios trastornan la fonación y alteran la calidad de la voz. Es decir, con la edad se desarrolla *presbifonía*, *disfonía geriátrica* o trastorno funcional por hipofunción laríngea por eso el deterioro etario se puede observar de manera

precoz en la voz (Cobeta, Núñez y Fernández, 2013: 237-241; Fernández, Cobeta y Vaca, 2013: 307; Gómez-Vilda *et al.*, 2016; Rapoport *et al.*, 2018; Galluzzi y Garavello, 2018).

En ocasiones la presbifonía supone una importante limitación en la calidad de vida del sujeto afectado, puesto que interfiere en sus capacidades psicosociales, causando incluso situaciones de aislamiento social e incomunicación (Verdonck-de Leeuw y Mahieu, 2004; Fernández, Cobeta y Vaca, 2013: 309). Hasta un 30 % de personas por encima de los 50 años presentan alteraciones en la función vocal (Mau *et al.*, 2010; Rojas *et al.*, 2020) y, de hecho, una de las consultas médicas más frecuentes a esta edad es la de los cambios en la voz (Mallick *et al.*, 2019).

Teniendo en cuenta que la enfermedad de Parkinson es dependiente de un factor como el envejecimiento, resulta esencial realizar una descripción de los rasgos que la voz presbifónica presenta alterados para así caracterizarla y poder estudiar las diferencias entre presbifonía y la disartria hipocinética. Es decir, averiguar los rasgos acústicos que discriminan una voz enferma de una voz envejecida:

1. Debido al deterioro músculo-esquelético general y la falta de control laríngeo el sujeto presbifónico presenta pérdida de la intensidad de la voz y temblor en la misma (Chalabe *et al.*, 2015). Las órdenes motoras se ven ralentizadas en su emisión y su recepción (Fernández, Cobeta y Vaca, 2013: 307-312; Distefano y Goodpaster, 2017).
2. La hipotonía muscular que se inicia a partir de los 50 años afecta al diafragma y a su estado de contracción —con la posición que adquiere cuando se inhala—, resultando imposible que la coordinación fonorrespiratoria sea la óptima para la producción vocal (Fernández, Cobeta y Vaca, 2013: 307-312).
3. La laringe sufre de alteraciones morfológicas en la musculatura, cartílagos, articulaciones, ligamentos y superficie mucosa. El cierre glótico no es completo debido a la pérdida y a la atrofia muscular, sobre todo, de la musculatura aductora. Los pliegues vocales desarrollan un hiato que los curva en su parte central, peculiaridad que sirve como correctivo del hiato posterior natural existente en las mujeres jóvenes aunque los hombres pierden el cierre



completo que caracterizaba la producción vocal masculina (Linville, 1996; Hixon *et al.*, 2020: 115-118; McGarey *et al.*, 2021).

4. La laringe presbifónica también sufre un proceso de calcificación de los cartílagos y la disminución de la producción de colágeno y elastina, lo que provoca la reducción de la capa lubricante de la mucosa (Friedrich y Hammer, 2016: 26) (cf. § 2.1.2). Asimismo, es muy frecuente la atrofia y edema de los pliegues vocales y la protusión de las apófisis vocales —la parte del cartílago aritenoides donde se inserta el músculo vocal o tiroaritenoso— (Linville, 1996). Se observa, como consecuencia, aperiodicidad y asimetría de la vibración de los pliegues vocales (Hixon *et al.*, 2020: 115).
5. El rasgo fonatorio que se ve afectado en mayor medida con la llegada de la senectud es la frecuencia fundamental (véase la tabla 1). La voz masculina presbifónica presenta una frecuencia fundamental más elevada que la media de voces masculinas jóvenes (Sataloff *et al.*, 1997; Méndez *et al.*, 2010; Mezzedimi *et al.*, 2016; Lortie *et al.*, 2016; Rapoport *et al.*, 2018; Spazzapan *et al.*, 2019; Rojas *et al.*, 2020), llegando a alcanzar los 150 Hz (Bruzzi *et al.*, 2017). Esto es debido a la reducción de los niveles de testosterona, la pérdida de la masa muscular, la atrofia de los pliegues vocales y la osificación de los cartílagos laríngeos (Gugatschka *et al.*, 2010). La voz femenina sufre el efecto contrario, un importante descenso de la frecuencia fundamental (Méndez *et al.*, 2010; Rapoport *et al.*, 2018; Mezzedimi *et al.*, 2016; Spazzapan *et al.*, 2019) de entre 35 a 75 Hz (Eichhorn *et al.*, 2017; Rojas *et al.*, 2020), debido asimismo a los cambios hormonales que se producen durante el proceso de la menopausia, que suelen ser los principales causantes de la bajada de  $f_0$  por el aumento de masa en los pliegues (Spazzapan *et al.*, 2019).
6. Otros síntomas vocales del envejecimiento femenino y la menopausia son la fatiga vocal y el acortamiento de la extensión tonal de la voz con la pérdida de los tonos agudos<sup>9</sup> de la voz (Lã y Ardura, 2020). Los músculos se atrofian y se reduce el grosor de la mucosa. La reducción drástica de estrógenos y progesterona tiene como resultado que los receptores hormonales situados en

---

<sup>9</sup> Un tono agudo es el equivalente perceptivo a una frecuencia fundamental elevada.

la laringe se queden libres y reciban andrógenos, lo que conlleva un cierto grado de masculinización vocal (Abitbol *et al.*, 1999).

7. La percepción de la voz inestable del anciano (temblor, afonía, ronquera, etc.) se debe en gran medida a la irregularidad del ciclo fonatorio (véase la tabla 1). Si este presenta unas medidas elevadas, el grado de afectación vocal es mayor. Se observa que la irregularidad empeora a medida que la edad avanza (Mezzedimi *et al.*, 2016; Spazzapan *et al.*, 2019). Las medidas de irregularidad se describen con más detalle en el apartado denominado *medidas de perturbación a corto plazo* también denominadas *jitter* y *shimmer* (cf. § 2.2.3).

Tabla 1. Medias (M) y desviación típica (DT) de la frecuencia fundamental ( $f_0$ ) y de la perturbación a corto plazo —*jitter* y *shimmer*— para voces masculinas y femeninas en la senectud. Para la extracción de los valores del estudio de Méndez y sus colaboradores (2010) se utiliza el programa informático Praat. Para la extracción de los datos del trabajo de Mezzedimi y sus colaboradores (2016) se usa el programa Vox Metria.

Estudio	Programa		$f_0$		Jitter		Shimmer	
			M (Hz)	DT	M (%)	DT	M (%)	DT
Méndez <i>et al.</i> , 2010	Praat	Hombres	159	16,30	0,7	1,67	12,23	8,10
		Mujeres	203	35,49	0,89	1,03	12,8	7,67
Mezzedimi <i>et al.</i> , 2016	Vox Metria	Hombres	139	39,02	0,65	1,10	6,71	3,51
		Mujeres	177	43,8	0,49	0,52	6,30	4,01

8. Adicionalmente, es preciso tener en cuenta la influencia de la medicación de los ancianos y las posibles interacciones que pueden provocar efectos en la voz. Los efectos secundarios son muy diversos, desde sequedad bucal y de la mucosa faríngea, ronquera, afonía, dolor de garganta, etc. (Abaza *et al.*, 2007).

Los cambios morfológicos y orgánicos derivados de la senectud ocasionan la mayoría de los problemas fonatorios asociados a la presbifonía (Martins *et al.*, 2014; Gómez-Vilda *et al.*, 2016; Galluzzi y Garavello, 2018). Como se menciona en un apartado anterior (véase el apartado 5), el rasgo más sensible a los cambios derivados de la presbifonía es la frecuencia fundamental. Otros rasgos como el *jitter*, el *shimmer*, la relación entre ruido y armónicos, el temblor, el defecto de cierre glótico, el desbalance de la masa y la tensión del cuerpo los pliegues o el desbalance de la masa y la tensión de la cubierta de los pliegues experimentan un incremento en relación a las voces adultas jóvenes (Fernández, Cobeta y Vaca, 2013; Gómez-Rodellar *et al.*, 2018).

### 2.3.2. Enfermedad de Parkinson y disartria hipocinética

La etiología exacta de la enfermedad de Parkinson es desconocida. No se descarta su origen multifactorial pero, aparte de la edad, los factores genéticos parecen ocupar el segundo puesto entre los factores de riesgo más importante para el desarrollo de la enfermedad (Balestrino y Schapira, 2019; del Rey *et al.*, 2021).

El Parkinson supone la reducción progresiva del neurotransmisor dopamina bien por la destrucción —de hasta un 60 %— de las neuronas dopaminérgicas o bien por la evacuación del neurotransmisor —hasta el 90 %— (Benito-León, 2018). El 80 % de las neuronas dopaminérgicas se sitúan principalmente en la *pars compacta* de la sustancia *nigra* que es una parte de los ganglios basales (Rouvière y Delmas, 2005). Los ganglios basales son una serie de estructuras situadas en el núcleo del cerebro de los que dependen en gran medida el control postural, las acciones motoras (Gonçalves *et al.*, 2016) y donde se sitúa el núcleo *accumbens*, el sistema del placer y la recompensa (Cardinali, 2007: 302).

También se ha descubierto que la enfermedad de Parkinson genera depósitos de un tipo de proteína llamada alfa-sinucleína. Dicha proteína regula las comunicaciones sinápticas entre neuronas (Carrillo-García, 2019; Rodríguez *et al.*, 2020). Eso quiere decir que en otras áreas del cerebro también se pueden encontrar neuronas dopaminérgicas que se ven dañadas por la neuropatía de la enfermedad de Parkinson y las consecuencias para el sujeto dependen de la zona afectada (Gonçalves *et al.*, 2016). En concreto, se encuentran células dañadas en el *locus cerúleo* y los núcleos del rafe —que tienen que ver con los ciclos del sueño y la vigilia—, el bulbo olfativo y el hipotálamo —que regula las funciones de homeostasis del cuerpo, es decir, las necesarias para mantener los sistemas que el cuerpo necesita para sobrevivir— y en áreas no cerebrales como en la retina (Fernández, Gatto y Halfon, 2006: 49; Hellmer *et al.*, 2020).

El deterioro además afecta a tres estructuras muy importantes por la cantidad de las funciones que regulan: el sistema autónomo periférico, el núcleo dorsal del nervio vago y la corteza cerebral (Cardinali, 2007; López-Cortés, 2018; Carrillo-García, 2019; Rodríguez *et al.*, 2020). El sistema autónomo periférico o vegetativo está formado por los nervios o pares craneales y por los nervios espinales con sus respectivas ramificaciones y ganglios (Rouvière y Delmas, 2005). Se encarga de controlar las funciones fisiológicas como la respiración, la digestión, la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la producción de sudor o saliva, la temperatura corporal y también controla los movimientos reflejos. El núcleo dorsal del nervio vago es la parte del nervio vago que ejecuta las acciones motoras involuntarias de las vísceras del cuello, tórax y abdomen y recibe aferencias de musculatura laríngea y faríngea (Cardinali, 2007; Snell, 2019: 343-344). La corteza cerebral es la parte más externa del cerebro. Morfológicamente se divide en una parte anterior —motora y ejecutiva— y otra posterior —sensorial— (Rouvière y Delmas, 2005; Snell, 2019: 279-298; Timmler y Simons, 2019). La corteza gestiona gran cantidad de procesos sensoriales, motores y cognitivos. A ella llegan los sentidos del tacto, del gusto, del olfato o de la vista. Asimismo, gestiona la información musculoesquelética, la coordinación de los movimientos, el almacenamiento de programas motores aprendidos previamente y el control postural. También se encarga de las llamadas funciones corticales superiores: la planificación de un acto motor, el control de los comportamientos conscientes, la inhibición de conductas, la flexibilidad cognitiva, la evaluación de consecuencias futuras, la atención, la concentración, la memoria de trabajo, el aprendizaje, etc. La zona prefrontal tiene conexiones con todas las demás áreas corticales y desde un punto de vista jerárquico, en lo que respecta a los actos cognitivos, está por encima de cualquier otra zona (Purves *et al.*, 2007: 681; Nieuwenhuys *et al.*, 2009: 513-515; Kolb y Whishaw, 2015: 78; Guyton y Hall, 2016; Snell, 2019: 283-285; Carrillo-García, 2019).

El déficit de dopamina genera, entonces, manifiestos trastornos motores muy relevantes y diversos como temblores —incluso en reposo—, rigidez, inestabilidad postural y alteración de los reflejos posturales, problemas cinéticos —como la acinesia o carencia absoluta de movimiento, la hipocinesia o disminución en la amplitud del movimiento y la bradicinesia o ralentización de movimientos (Sanabria *et al.*, 2013;

Stokes y Stack, 2013: 55)—; derivados de la destrucción de las neuronas dopaminérgicas de la sustancia *nigra* (Artieda y Valls-Solé, 2006: 85-106; Gonçalves *et al.*, 2016).

Presenta, asimismo, síntomas no motores relacionados con el resto de las áreas afectadas como alteraciones neuropsiquiátricas, cognitivas y disautonomías — problemas con el sistema nervioso autónomo o sistema neurovegetativo—. Estos síntomas no motores deterioran significativamente la calidad de vida de estas personas y se concretan en síntomas tales como disfunciones ejecutivas, pérdidas de memoria, falta de atención y concentración, ralentización del pensamiento, fatiga, apatía, depresión, ansiedad, alucinaciones visuales, demencia, disfunción sexual, trastornos de sueño, problemas de equilibrio, disfunciones posturales, pérdida de verticalidad, bradifrenia, problemas urinarios y de tracto intestinal, disfagia o dificultad para deglutir, pérdidas olfativas, sialorrea o excesivo de salivación, trastorno de la temperatura y la sudoración, sequedad de la piel y arritmia cardíaca (Artieda y Valls-Solé, 2006: 85-106; Raina y Micheli, 2006; Menárguez, 2015: 59-60; Balestrino y Schapira, 2019). Los síntomas no motores se pueden manifestar en la fase prodrómica de la enfermedad, de 4 a 6 años antes de desarrollar los síntomas motores (Rodríguez *et al.*, 2020). Estos síntomas tienen una alta prevalencia que suman complejidad al manejo de la enfermedad porque se agravan con la edad y con el grado de severidad (López-Cortés, 2018).

La mayoría de tratamientos para el Parkinson son farmacológicos y destinados a suplir la carencia de dopamina, es decir, tratamientos sintomáticos. La levodopa es el principio activo prescrito con más frecuencia a las personas con Parkinson y el que ha demostrado ser muy efectivo en la mejoría de los síntomas motores. La levodopa atraviesa la barrera hematoencefálica, alcanza las neuronas dopaminérgicas que aún queden operativas, que la convierten en dopamina (Balestrino y Schapira, 2019). Sin embargo, a medida que los sujetos envejecen y la enfermedad progresa, dejan de responder a la terapia con levodopa y aparecen complicaciones motoras y no motoras resistentes a la medicación (Carrillo-García, 2019).

La grave sintomatología motora y no motora que afecta a la enfermedad de Parkinson motiva que las investigaciones se dirijan principalmente hacia los aspectos mencionados en los párrafos anteriores. Uno de los sistemas descriptores del grado de afectación de los síntomas motores de la enfermedad de Parkinson más utilizado es la escala por estadíos Hoehn y Yahr. Dicha escala reconoce hasta cinco grados de afectación (Hoehn y Yahr, 1967) y es la utilizada por muchos profesionales e instituciones para evaluar a las personas con Parkinson<sup>10</sup>.

El estudio de la merma que ocasionada el desorden neuronal en el sistema de fonación está muy poco estudiado en estas personas. Esta afectación es independiente de la presbifonía propia de la edad. La *disartria hipocinética*<sup>11</sup> (cf. § 1) es un fenómeno muy complejo y multifactorial. Incide aproximadamente sobre un 90 % de las personas con Parkinson (Majdinasab *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2020). Afecta a las fases de planificación, de inicio de acciones motoras y de ejecución del habla (Picó-Berenguer y Yévenes-Briones, 2019). El correcto procesamiento sensorial que origina las respuestas rápidas compensatorias de autocorrección se ve también afectado y el déficit de coordinación y precisión causa problemas rítmicos y merma la automaticidad de los movimientos (Sapir, 2014). Las personas con Parkinson y disartria hipocinética presentan modificaciones morfológicas en la corteza motora derecha —anteriormente mencionada— y del giro fusiforme derecho —que procesa la información visual— en comparación con aquellos que no sufren de disartria hipocinética (Chen *et al.*, 2020).

El déficit motor general que genera el trastorno neurológico que padecen los enfermos de Parkinson afecta negativamente a la tonicidad muscular y perjudica a todos los patrones motores que repercuten sobre el habla —la respiración, la fonación y la articulación— (Martínez-Sánchez, 2010; Sapir, 2014). Todo o parte de los sistemas motores asociados a la producción del habla sufren de rigidez muscular y de ella deriva un alto grado de *bradicinesia* o lentitud, falta de precisión y de coordinación en los

---

<sup>10</sup> Es la escala usada por la Asociación de Parkinson de Madrid, la institución que hizo posible la realización de la presente tesis. Los detalles de los grados se pueden consultar en el apartado de metodología (cf. § 3.1).

<sup>11</sup> Existen cinco tipos de disartria según la clasificación de Darley, Aronson y Brown (1969). Se trata de la disartria flácida que tiene que ver con la hipotonía o falta de fuerza muscular; la espástica —en la que los músculos presentan contracciones involuntarias—; la hipocinética como la que se produce en Parkinson —ya que se deriva de una falta de movimiento—; la hipercinética —cuando existe un exceso de movimientos incontrolados— y la mixta —en la que se combinan varios de los tipos anteriores—. Esta clasificación se conserva hasta el momento.

movimientos necesarios para el habla. El rango de movimiento muscular se acorta, limitándose cada vez más, y la fuerza de las contracciones musculares se reduce (Martínez-Sánchez, 2010; Sanabria *et al.*, 2013: 285-288).

Respirar supone un gran esfuerzo para los enfermos de Parkinson porque la musculatura respiratoria se debilita tanto que resulta poco funcional para la fonación y carece de la fuerza necesaria para generar el flujo de aire suficiente para iniciar y mantener el acto fonatorio, el soplo aéreo es deficiente. La rigidez de las paredes torácicas dificulta la coordinación fonorrespiratoria (Martínez-Sánchez, 2010; Sapir, 2014). Se observa hipofonía que se evidencia perceptivamente como una relevante bajada del nivel audible de intensidad vocal y la voz se percibe como ronca, débil y con escapes de aire (Martínez-Sánchez, 2010).

La rigidez en los pliegues vocales genera un aumento de la resistencia al paso del aire, lo que implica que la frecuencia fundamental se encuentra afectada mostrando niveles superiores a los que serían previsibles y una reducción del rango de frecuencias según algunos autores (Zurita, 2005: 15-18; Martínez-Sánchez, 2010; Núñez, 2013b: 66; Sanabria *et al.*, 2013: 285-288). La frecuencia fundamental también puede elevarse por disfunción de los cricotiroideos y de los cricoaritenoides y por la debilidad y rigidez de los músculos laríngeos y respiratorios (Chiaramonte y Bonfiglio, 2020). La variabilidad en la frecuencia fundamental es un rasgo acústico significativamente afectado —puesto que sufre una gran reducción— en las fases más avanzadas en comparación con las etapas iniciales de la enfermedad. La variabilidad determina tanto la monotonía prosódica característica de la enfermedad de Parkinson, como la intensidad y la relación de armónico y ruido (Holmes *et al.*, 2000; Pinto *et al.*, 2010; Chiaramonte y Bonfiglio, 2020) y su merma ocasiona alteraciones en el contenido prosódico y por ello el discurso se vuelve monótono, plano y sin apenas modulación (Martínez-Sánchez, 2010). Se hace entonces imposible el habla emocional (Prenger *et al.*, 2020).

Asimismo, el deterioro neurológico que afecta a los pliegues vocales provoca un aumento en los rasgos de desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y la cubierta de los mismos (cf. § 2.2.2) (Gómez-Vilda *et al.*, 2009; Gómez-Vilda *et al.*, 2015b; Gómez-Vilda *et al.*, 2017b; Gómez-Rodellar *et al.*, 2018; Gálvez-García *et al.*, 2019).

La precisión articulatoria disminuye y se acorta el rango de movimiento (Sapir, 2014). El habla se convierte en ininteligible debido a la alteración en la producción de las vocales y las consonantes. La disminución en la precisión articulatoria provoca, además, alteraciones en el contenido formántico. Los valores de  $F_1$  y  $F_2$ , se vuelven más centrales, es decir, los más bajos se elevan y los más altos disminuyen, es decir, el área de espacio vocal<sup>12</sup> se reduce (Skodda *et al.*, 2010; Skodda *et al.*, 2011). Por otro lado, entre el 70 % al 90 % de los sujetos con Parkinson cuentan con la alteración del tiempo de inicio de la sonoridad —denominado *voice onset time* en inglés o por las siglas VOT— que es la relación temporal entre el momento de la oclusión en las consonantes de este tipo y el inicio de la sonoridad de la vocal siguiente. Sin embargo no está aún claro en la bibliografía el hecho de si ese tiempo que mide el VOT aumenta o disminuye y son necesarios muchos más estudios para poder corroborarlo (Whitfield *et al.*, 2018; Ruíz-Castellanos y Olmedo-Iglesias, 2020).

Respecto a los rasgos de perturbación a corto plazo, el *jitter* no demuestra ser un rasgo fiable indicativo de presbifonía; la información que ofrece la bibliografía es contradictoria aunque su incremento puede relacionarse con un deterioro neurológico al igual que ocurre con el *shimmer*. El *shimmer* sí muestra diferencias entre las voces adultas y las geriátricas (Mautner, 2011). No obstante, al tratarse, ambos, de rasgos que también empeoran en la voz al envejecer, es necesario distinguir los rasgos vocales que se encuentran perjudicados por el trastorno neurológico que afecta a los pliegues vocales, la rigidez, por un lado, y la descoordinación, por otro, y que caractericen los problemas derivados de la disartria hipocinética de los de la presbifonía (Gómez-Vilda *et al.*, 2015b; Byeon, 2021; Moro-Velázquez *et al.*, 2021). La

---

<sup>12</sup> El área del espacio vocal consiste en el espacio interior de un triángulo vocálico acústico delimitado por los vértices correspondientes a las frecuencias formánticas de las vocales /i/, /u/, /a/, que son las posiciones articulatorias extremas de la lengua en distintos idiomas, incluyendo el español. Se trata de recrear un diagrama con la primera y segunda frecuencia formántica de esas vocales para observar el espacio de articulación en forma gráfica (Skodda *et al.*, 2010).



existencia de altos niveles de temblores —o rasgos de perturbación a largo plazo— en la voz también resulta ser un indicativo de la presencia de trastornos neurológicos como el Parkinson.

En resumen, de todos los rasgos más relevantes que se pueden analizar para caracterizar la inestabilidad vocal que se origina del trastorno neurológico de la enfermedad de Parkinson, los elegidos para la presente tesis son los parámetros de perturbación a corto y largo plazo —*jitter*, *shimmer* y temblor fisiológico, neurológico y *flutter*— y los biomecánicos relacionados con los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y de la cubierta. La razón que fundamenta esta decisión es que estos rasgos son los que más divergen entre una voz afectada por un desorden neurológico y una voz presbifónica carente de dicho trastorno (Gómez-Vilda *et al.*, 2009; Gómez-Vilda *et al.*, 2015b; Gómez-Vilda *et al.*, 2017b; Gómez-Rodellar *et al.*, 2018; Gálvez-García *et al.*, 2019). Asimismo, se añade en el análisis lo que ocurre con la frecuencia fundamental.

En la figura 6 se pueden observar los altos valores que muestra un grupo con enfermedad de Parkinson en comparación con un grupo etario similar pero sin enfermedad y un grupo de adultos jóvenes en los rasgos mencionados en el párrafo anterior a excepción de la frecuencia fundamental.

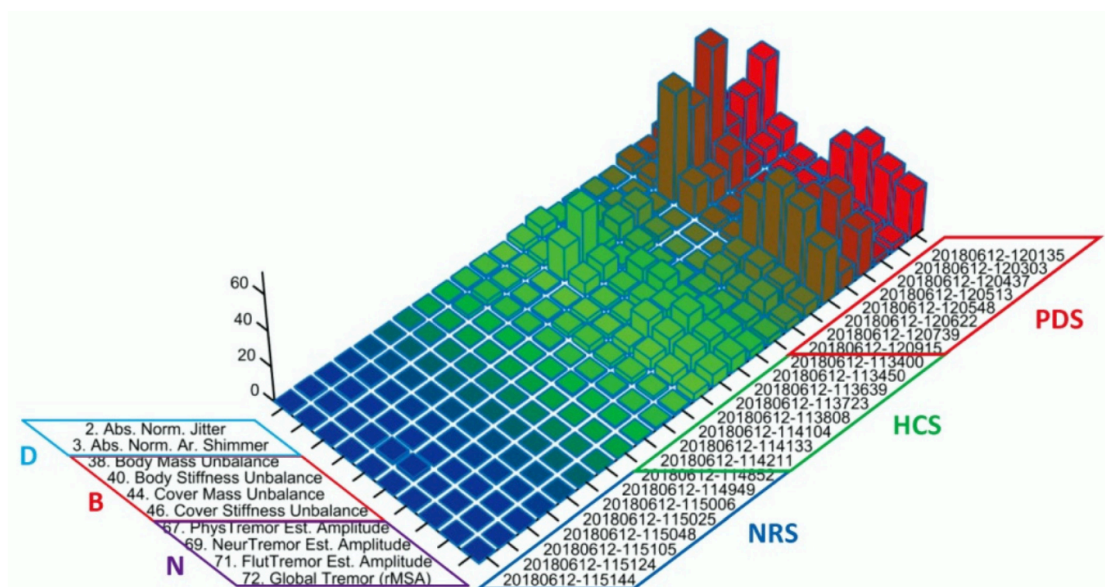


Figura 6. Comparativa de los rasgos de dispersión, biomecánicos y neurológicos en tres grupos etarios diferentes. Los rasgos de distorsión —*jitter* y *shimmer*— se recogen bajo la letra “D”, los biomecánicos —desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y la cubierta— con la letra “B” y los neurológicos —temblores fisiológico, neurológico *flutter* y global— con la letra “N”. El grupo de disartria hipocinética aparece con las siglas “PDS”, el grupo de presbifonía o grupo control se refleja con las siglas “HCS” y los hablantes normativos de entre 18 a 50 años con las siglas “NRS”. Las diferencias observadas entre grupos resultan significativas (Imagen adaptada de Gómez-Rodellar *et al.*, 2018).

La enfermedad de Parkinson es un trastorno multifactorial y la diversidad de áreas cerebrales implicadas supone la existencia de una gran variabilidad inter- e intrahablante (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2019; Whitfield, 2020; Johansson *et al.*, 2022). Los problemas vocales pueden aparecer en cualquier estadio de la enfermedad, incluso en la fase prodrómica que es la fase en la que comienzan a mostrarse algunos síntomas, pero aún no se ha declarado la enfermedad (Darley, Aronson y Brown, 1969; Martínez-Sánchez, 2010; Shill, 2013: 379). La voz suele verse afectada, en primer lugar, seguida por el deterioro de la articulación y los trastornos de fluidez, antecediendo todos estos síntomas a las complicaciones motoras de la enfermedad de Parkinson (Delgado e Izquierdo, 2016). Desde las fases iniciales de la enfermedad de Parkinson, las voces con disartria hipocinética se perciben significativamente mucho más envejecidas y más disfónicas que las voces del mismo grupo etario pero sin enfermedad de Parkinson (Thijs y Watts, 2020). Asimismo, el deterioro vocal cada vez es más evidente a medida que progresa la enfermedad neurodegenerativa, sobre todo, en varones, y muestra una correlación con la severidad de los síntomas motores (Majdinasab *et al.*, 2016).

Según se puede comprobar en lo descrito en los párrafos anteriores, la enfermedad de Parkinson afecta a un gran número de aspectos lingüísticos y eso agrava los problemas comunicativos de los sujetos que la padecen. Aparte de las fonéticas, existen también alteraciones de índole fonológica, morfológicas, sintácticas (Duarte y Rosso, 2020). Dependiendo del grado de afectación los problemas comunicativos derivados de cuestiones lingüísticas pueden obstaculizar la interacción social y causar el aislamiento social, la incomunicación y la indefensión que llegan hasta su entorno familiar más próximo (Zurita, 2005: 15-18; Miller *et al.*, 2006; Bauzá *et al.*, 2007; Martínez-Sánchez, 2010; Sanabria *et al.*, 2013: 285-288; Martins *et al.*, 2014; Yang *et al.*, 2020; Madray *et al.*, 2020). La hipotonía de los articuladores impide los gestos faciales y la consiguiente expresión del lenguaje no verbal (Prenger *et al.*, 2020). Como consecuencia, la calidad de vida merma de forma notable y se incrementa el riesgo de ansiedad y de depresión. La depresión afecta a una tercera parte de personas con Parkinson y la ansiedad a dos terceras partes (Chuquilín-Arista *et al.*, 2019; Ray y Agarwal, 2020). Por eso, muchos de los estudios sobre la disartria hipocinética se orientan hacia el análisis de los aspectos sociales, psicológicos o emocionales que se derivan de este problema.

En definitiva, por los efectos en la calidad de vida de estas personas, más allá del conocimiento en sí mismo, resulta interesante abordar la repercusión de esta enfermedad en la voz.

#### **2.4. Procedimientos terapéuticos convencionales para la disartria**

La disartria deriva de un problema eminentemente neurológico mientras que las características de la voz presbifónica es fruto de factores más bien orgánicos y funcionales como consecuencia del envejecimiento natural. Dependiendo del origen del problema y del grado de gravedad, las estrategias terapéuticas empleadas pueden diferir tanto en el desempeño como en los resultados.

Concretamente, los casos de disartria hipocinética y de presbifonía se pueden abordar tanto desde el punto de vista de los tratamientos de cambio conductual como desde los no conductuales. Los modelos de tratamientos no conductuales consisten en intervenciones médicas como la farmacología o la cirugía y pueden combinarse entre

sí, dependiendo de la causa o de la gravedad del trastorno vocal. Los conductuales son los que persiguen cambiar los patrones motores y que pueden basarse en prácticas logopédicas con voz hablada, artísticas con voz cantada o una combinación de ambas. Las habilidades motoras de las que una persona dispone son resultado tanto del proceso de aprendizaje individual como también de otros factores que nada tienen que ver con dicho aprendizaje como los factores físicos o la existencia de una enfermedad (Edwards, 2010: 170-171). Los tratamientos farmacológicos más empleados para las disfonías en general se basan en la administración de diferentes medicamentos según sea el problema que las origine —sobre todo, antiinflamatorios, corticoides o antihistamínicos— y que sirvan para tratar algún trastorno concomitante que pueda influir negativamente en la emisión vocal (Fernández, Cobeta y Vaca, 2013). Sin embargo, la farmacología específica para la enfermedad de Parkinson se dirige hacia el tratamiento de la sintomatología motora general. Para ello se emplea medicación dopaminérgica que es la que demuestra una mayor eficacia para el alivio de los trastornos motores generales. Cuando la medicación está activa, los sujetos se encuentran bien y los síntomas disminuyen —es lo que se suele nombrar con la palabra inglesa *on*—. Pero cuando pasa el efecto de la medicación, los síntomas empeoran —lo que se suele llamar *off*— (Goberman *et al.*, 2002). Pues bien, el uso de la medicación para el Parkinson no ha resultado tener un efecto significativo para mejorar los síntomas de la disartria hipocinética (Skodda *et al.*, 2010; Cavallieri *et al.*, 2021; Pah *et al.*, 2021).

En el caso de que los trastornos vocales derivados de la presbifonía alcancen una mayor gravedad puede ser necesario un procedimiento quirúrgico que, principalmente, se orienta a conseguir un aumento en el volumen de los pliegues vocales, un desplazamiento de los mismos o corrección de algún elemento (Fernández, Cobeta y Vaca, 2013; Martins *et al.*, 2014). En cambio, la utilización de la cirugía en personas con Parkinson no se dirige hacia el alivio estrictamente de los trastornos vocales derivados de la disartria hipocinética sino que se aplica este procedimiento cuando existe una falta de mejoría en los síntomas motores generales de la enfermedad a pesar de la administración del tratamiento farmacológico dopaminérgico. Existen dos técnicas quirúrgicas que se suelen prescribir en estos

casos. La cirugía de estimulación cerebral profunda del núcleo subtalámico y la estimulación magnética transcraneal repetitiva son procesos en los que se implantan unos electrodos en ciertas partes del cerebro para controlar aspectos motores (Ignacio *et al.* 2019: 189-194). No obstante, estas intervenciones tampoco han mostrado beneficios específicos sobre la disartria hipocinética (Pinheiro *et al.*, 2016; Ignacio *et al.*, 2019: 181-198; Picó-Berenguer y Yévenes-Briones, 2019). La técnica quirúrgica de estimulación cerebral profunda ha mostrado un aumento de la intensidad vocal, pero también de la inestabilidad de los pliegues vocales; es decir, la articulación y la prosodia también empeoran. Con la estimulación transcraneal repetitiva algunas personas con Parkinson han mejorado solo la inteligibilidad mientras que otros no han obtenido ningún beneficio (Pinheiro *et al.*, 2016; Morello *et al.*, 2018; Picó-Berenguer y Yévenes-Briones, 2019; Romann *et al.*, 2019).

En cuanto a los tratamientos de cambio conductual, el entrenamiento del sistema respiratorio, del fonatorio y del articulatorio es una herramienta imprescindible para conseguir la máxima calidad y el máximo rendimiento de la voz con el mínimo esfuerzo vocal. En general, para los casos de cambios vocales asociados a la voz senil, se recomienda, en primer lugar, seguir unos hábitos saludables en cuanto a higiene vocal que contribuyan a prevenir problemas mayores y a que la voz se mantenga en las mejores condiciones posibles<sup>13</sup> (Fernández, Cobeta y Vaca, 2013). El tratamiento logopédico tradicional contempla diferentes tipos de abordajes terapéuticos para intentar que la voz se restablezca (García-Moreno y Ausín, 2020). Los principales tipos son la corrección de los síntomas exteriorizados por el sujeto, la identificación de los problemas emocionales subyacentes en el trastorno vocal y la eliminación de la causa de la lesión para que el trastorno no reaparezca. Para desarrollar cada uno de estos objetivos, existe una gran batería de recursos metodológicos a disposición del logopeda como son ejercicios respiratorios, movilización articulatoria, masajes laríngeos y cervicales, lectura de vocales, uso de la

---

<sup>13</sup> Existen muchas pautas de higiene vocal. Por ejemplo, es aconsejable reducir el carraspeo y las toses secas fuertes, evitar hablar en ambientes ruidosos, no chillar, procurar no hablar en exceso para no abusar de la voz, cuidar la hidratación, evitar fumar y beber alcohol, descansar correctamente y seguir una alimentación sana para que no correr el riesgo de sufrir reflujo gastroesofágico (Coll, 2013b: 484 y 485).

masticación o del bostezo, etc. Los resultados de los tratamientos de cambio conductual en caso de presbifonía suelen ser buenos (Coll, 2013c; Martins *et al.*, 2014).

También para la enfermedad de Parkinson los tratamientos de cambio conductual convencionales demuestran obtener unos excelentes resultados en todos los aspectos vocales perjudicados por la enfermedad: la voz, el habla y el lenguaje (Stegemöller *et al.*, 2016; Picó-Berenguer y Yébenes-Briones, 2019).

La logopedia tradicional aplicada a estos sujetos tiene por objetivo mejorar los aspectos respiratorios, fonatorios, articulatorios y prosódicos alterados debido a la disartria hipocinética (Pinto *et al.*, 2004; Álvarez-Santullano *et al.*, 2019). Esta terapia vocal centra sus esfuerzos en enseñar a las personas con Parkinson a disminuir el esfuerzo vocal y la tensión laríngea y a incrementar el apoyo respiratorio. La rehabilitación de las personas con Parkinson se afronta con diferentes tipos de ejercicios: técnicas de relajación general corporal y de grupos musculares específicos como, por ejemplo, estiramientos de la musculatura cervical o de la musculatura torácica; establecimiento de patrones respiratorios adecuados corrigiendo la postura corporal en caso de ser necesario; mejoría de la fonación aumentando su intensidad y trabajo de los articuladores para mejorar la resonancia, insistiendo en las praxias bucofaciales —movimientos de los órganos de articulación para aumentar la destreza, la fuerza y la coordinación de los mismos— (Picó-Berenguer y Yébenes-Briones, 2019). La intervención logopédica temprana muestra efectos positivos muy resistentes al avance de la enfermedad y, por ello, marcadamente duraderos. De hecho, al intervenir de manera temprana, los efectos beneficiosos pueden durar hasta 5 años, incluso aunque los síntomas motores empeoren de forma moderada (Delgado e Izquierdo, 2016).

La terapia *Lee Silverman Voice Treatment* (LSVT®) es otro método habitual de cambio conductual de tipo logopédico que suele emplearse en caso de disartria hipocinética<sup>14</sup>. La metodología LSVT® muestra una mayor evidencia científica que la logopedia tradicional y se posiciona así, como la más efectiva entre las aplicadas a estos sujetos. Este método es creado específicamente para la disartria hipocinética y mejora tanto la intensidad vocal como la inteligibilidad del habla. En 1988 Ramig y sus colaboradores proponen este protocolo de intervención terapéutica específicamente destinado a los problemas comunicativos que afectan a las personas con enfermedad de Parkinson. En la técnica LSVT® se trabaja la intensidad vocal con ayuda de un sistema de ejercicios estructurado (Pinheiro *et al.*, 2016; Picó-Berenguer y Yévenes-Briones, 2019) y, si bien fue creado para personas de habla inglesa, actualmente se utiliza en todo el mundo sin importar la lengua que hable el sujeto. Se utilizan ejercicios basados en la intensidad vocal que mejoran las funciones respiratorias, laríngeas y articulatorias. Se controla la evolución de los ejercicios con un sonómetro y así se obtiene una retroalimentación visual (Álvarez-Santullano *et al.*, 2019; Picó-Berenguer y Yévenes-Briones, 2019). Con la aplicación de esta técnica, los sujetos pueden conseguir un incremento de más de 5 dB en la intensidad de sus voces habladas durante el tratamiento y 3,5 dB los siguientes 6 meses; aunque los efectos se van perdiendo poco a poco hasta llegar a los 24 meses aproximadamente, momento en cual el efecto del tratamiento desaparece (Benaiges y Farret, 2007).

En resumen, a la luz de todo lo anteriormente expuesto, se puede concluir que los tratamientos farmacológicos y quirúrgicos resultan insuficientes con respecto a la mejora de la disartria hipocinética en personas con enfermedad de Parkinson. Las terapias de cambio conductual de tipo logopédico han mostrado ser más efectivas, aunque es muy importante tener en cuenta que, para un mayor éxito del tratamiento, las técnicas empleadas deben adaptarse al trastorno (Desjardins y Bonilha, 2019). Eso implica destinar más recursos a la investigación sobre las terapias de cambio conductual para demostrar su efectividad y un mayor rigor metodológico basado en

---

<sup>14</sup> Se denomina así porque Lee Silverman es el nombre de la primera persona con Parkinson que consiente en ser tratada por la Dra. Ramig con esa metodología experimental y gracias a ella se puede desarrollar dicha metodología ([www.lsvtglobal.com](http://www.lsvtglobal.com), 2022).

ensayos clínicos, longitudinales, con mayor tamaño de la muestra y existencia de grupos de control (Picó-Berenguer y Yévenes-Briones, 2019):

Considerando el pequeño número de pacientes en los estudios, los resultados heterogéneos y las dificultades metodológicas, la evidencia es insuficiente para indicar o refutar de forma tajante una forma de terapia sobre otra en un paciente concreto. Tampoco hay evidencia suficiente para avalar o refutar la logopedia frente a la no intervención o placebo (Álvarez-Santullano *et al.*, 2019: 213).

Adicionalmente, en las terapias de cambio conductual se observa una alta tasa de abandono del tratamiento a largo plazo (Stemple y Hapner, 2019: 27; van Leer, 2021). Aproximadamente un 65 % de pacientes que siguen un tratamiento de rehabilitación vocal lo abandona antes de terminarlo (Shields *et al.*, 2005). Factores como la edad, el sexo, la etnia o la severidad del trastorno no influyen en esta decisión, en cambio, sí lo hace la duración de la terapia, la falta de motivación, la falta de tiempo o la necesidad de implicación del paciente, ya que, para que la terapia funcione, es necesario que el paciente mantenga unos hábitos saludables (van Leer y Connor, 2010; Portone-Maira *et al.*, 2011). En el caso de los individuos con Parkinson, a pesar de que aproximadamente el 90 % sufre de disartria hipocinética, solo un 3 % de ellos acude al logopeda (Ramig *et al.*, 2008; Dashtipour *et al.*, 2018; Picó y Yévenes-Briones, 2019). La motivación es muy importante en rehabilitación, ya que suelen ser tareas repetitivas, exigentes que pueden llegar a aburrir y en ocasiones los resultados tardan en producirse además de proporcionar poca o ninguna información al enfermo sobre el tratamiento (Behrman, 2006; van Leer y Connor, 2010; Portone-Maira *et al.*, 2011). Por ello, se proponen diferentes estrategias para mejorar el seguimiento del tratamiento. Algunos métodos consisten en la explicación al paciente de todo el proceso terapéutico, se considera que de esa forma los pacientes se ven implicados en dicho proceso si entienden el objetivo y el desarrollo de lo que están haciendo (Behrman, 2006; van Leer, 2021).



Otras disciplinas complementarias de abordaje de los síntomas motores de la enfermedad son el yoga, el método Pilates, las terapias ocupacionales o la musicoterapia. Dada las características de esta tesis, merece la pena que se dedique un apartado completo a la intervención con música y voz hablada en diferentes trastornos.

## **2.5. Procedimientos terapéuticos basados en la práctica de canto: el canto y la música como terapia**

La capacidad tanto de producir notas musicales como de disfrutarlas son facultades que figuran entre las más misteriosas del ser humano. Estas facultades se encuentran presentes en los individuos de todos los lugares y de todas las razas (Darwin, 1889: 569 y 570). El canto disfruta de los efectos y beneficios que se observan en la escucha pasiva y práctica activa de la música (cf. § 1), pero la práctica del instrumento vocal aporta beneficios propios y específicos de la disciplina que, además, varían dependiendo de ciertos factores. Uno de los factores más importantes es el grado de exigencia con que se efectúa la práctica de canto que abarca desde la condición de aficionado —cuyo entrenamiento es leve y se canta solo por el placer de hacerlo—, hasta el grado profesional —con una mayor exigencia vocal y horas de práctica instrumental— pasando por un grado intermedio o de inicio de estudios profesionales —en este caso los ejercicios aumentan progresivamente de dificultad—.

Muy relacionado con el grado de exigencia se encuentra el tipo de práctica, una clase, un ensayo o un concierto. El siguiente factor que influye en los efectos del canto es la modalidad elegida que se refiere al número de personas que cantan al mismo tiempo. Principalmente se suele cantar en coro —cuando el grupo de cantantes es bastante amplio— o como solista —un solo cantante—, aunque existen otras modalidades como el grupo de cámara —cuando se trata de pocas personas—, dúos, tercetos, cuartetos, quintetos, sextetos, etc.

Finalmente, el último factor que es necesario considerar en el aprendizaje y en la práctica musical es la diferencia existente entre los distintos estilos musicales y vocales y también si la práctica de canto se realiza con o sin micrófono que amplifique la voz. Conocer los efectos específicos derivados de todos estos factores resulta decisivo para el diseño de procedimientos basados en la práctica de canto.

Respecto al primer punto, el relativo a la exigencia vocal, a diferencia del habla, el canto presenta un altísimo dominio, precisión y control de todos los componentes que conforman la producción vocal. Existe una gran variedad de recursos rítmicos; la frecuencia fundamental exhibe mucha más diversidad de combinaciones de modulación; la precisión en la producción de las frecuencias o tonos ha de ser impecable; la intensidad sonora también se mueve en niveles extremos; el control respiratorio debe ser absoluto y el dominio articulatorio ha de ser extraordinario en comparación con el habla. La velocidad de elocución es mucho más lenta que en el habla debido, en parte, a que la duración vocálica es superior, la media de intensidad de la voz cantada es de unos 10 dB por encima de la hablada y el rango vocal utilizado es mucho más extenso<sup>15</sup> (McKinney, 2005: 166-167; Cohen *et al.*, 2020). Por eso los cantantes profesionales son considerados como *atletas vocales*, ya que llevan todos los sistemas que colaboran en la producción vocal al extremo de sus posibilidades (Sandage y Hoch, 2005: 271; Crocco *et al.*, 2020).

Entre músicos profesionales, aprendientes de música, músicos aficionados, no músicos u oyentes de música existe una diferencia decisiva, se trata del grado de exigencia musical e instrumental. A los músicos profesionales se les pide un nivel muy alto de dominio del instrumento que practican. El entrenamiento de una habilidad en grado de experto supone la ejercitación con la intencionalidad de ser cada vez más experto en dicha habilidad, dominarla y poder llegar a alcanzar un grado profesional en su práctica<sup>16</sup>. Esto implica un esfuerzo continuo para superar dificultades que se interponen en el aprendizaje y la elección de ejercicios que exigen progresar

---

<sup>15</sup> El rango vocal o extensión de la voz es el número de frecuencias, tanto altas como bajas, que el sujeto es capaz de emitir. En condiciones normales se considera que la laringe puede llegar a emitir entre 80 Hz y 700 Hz en el caso de los hombres y entre 140 Hz y 1.100 Hz en el caso de las mujeres (Godino y Gómez-Vilda, 2013: 100).

<sup>16</sup> El experto o profesional es la persona que ha entrenado para conseguir un determinado fin como puede ser el de ofrecer conciertos y que dicho resultado pueda ser considerado como satisfactorio por otras personas asimismo expertas (Ericsson *et al.*, 2007).

continuamente. El esfuerzo del aprendiente es máximo y cada vez es menor el número de errores a corregir (Ericsson *et al.*, 2007; Altenmüller y Furuya, 2018; Mishra, 2018). A este tipo de entrenamiento se le llama *práctica deliberada* y para alcanzar el grado de experto se suponen muchas horas de práctica deliberada —se calculan unas 10.000 de horas en unos 10 años— (Altenmüller y Furuya, 2018; Mishra, 2018).

Respecto a la modalidad de canto grupal o individual, el canto coral y el canto solista tienen una base técnica completamente diferente. El cantante coral ha de educar su voz de manera que consiga fundir su timbre —técnicamente se denomina *empaste* a esta fusión— con el del resto de coralistas. Ningún timbre debe sobresalir por encima de otros. El trabajo coral es un trabajo en grupo, es el grupo al completo el que destaca. Eso quiere decir que los requerimientos técnicos no se dedican a extraer las máximas aptitudes vocales de cada individuo sino que las aptitudes individuales se supeditan al nivel general y a las necesidades del grupo. Sin embargo, la técnica solista persigue que un cantante destaque por encima de otros cantantes e, incluso, de una orquesta o de una banda. Es una técnica mucho más exigente en todos los aspectos, tanto en intensidad, como en timbre, en extensión tonal o en efectos vocales. Si el cantante de coro se siente frustrado con su técnica vocal y siente que esa frustración interfiere con la experiencia placentera que supone cantar en un coro, entonces debe plantearse buscar un profesor de canto que pueda proporcionarle un entrenamiento vocal individualizado (Olson, 2010: 60).

Por último, los diferentes estilos de canto favorecen distintos comportamientos de las estructuras faríngeas y laríngeas (Guzmán *et al.*, 2015) y al variar el comportamiento de estas estructuras, también cambia el desempeño del sistema respiratorio que les ofrece soporte. La técnica de canto se basa en el dominio y la coordinación de los tres sistemas de emisión de voz que son el respiratorio, el fonatorio y el articulatorio y cada estilo musical gestiona de diferente forma cada uno de los tres elementos (Fisher *et al.*, 2014). Una de las principales diferencias es que existen estilos que se practican con micrófono —la música comercial contemporánea o moderna— como el *pop*, el *rock*, el *jazz*, el *folk* o el teatro musical y otros sin micrófono —el canto clásico occidental— como la ópera, la zarzuela o la canción de concierto. También existen estilos como el *rap* que consiste en improvisación de letras

recitadas y rimadas o el *beat box* en el que los órganos articulatorios actúan como instrumentos de percusión rítmicos (Scott, 2022). En el caso del canto armónico mientras los pliegues vocales emiten un sonido, en el tracto vocal y como resultado de la resonancia, se produce otro sonido. Es imprescindible, pues, profundizar en las diferencias técnicas de cada estilo para poder seleccionar los ejercicios más adecuados para el diseño de diferentes protocolos según los propósitos que se pretendan.

Todo lo expuesto anteriormente confirma la necesidad de disponer de un conocimiento amplio que abarque todos estos aspectos de la música y el canto para poder ponerlos al servicio de la terapia e intervención en cualquier trastorno.

### **2.5.1. Beneficios generales de la práctica del canto**

Cantar es una habilidad motora muy versátil con profundos componentes cognitivos del más alto nivel puesto que une a la producción vocal, la melodía y la base matemática del ritmo e involucra bilateralmente a las regiones frontales, temporales, parietales, límbicas y al cerebelo (Särkämö, 2020). Induce la activación de varias áreas cerebrales como la corteza motora, premotora, somatosensorial y el cuerpo estriado (Sihvonen *et al.*, 2017) y, de hecho, es mucho mayor y más importante el estímulo de esas zonas en el canto que en el habla (Wan *et al.*, 2014). Recientemente se ha descubierto incluso que el canto activa zonas específicas de la corteza cerebral. Existe un grupo de neuronas específicas en la corteza auditiva que se activan exclusivamente con el canto y con ninguna otra estimulación, ni la que proviene de un instrumento ni del habla. La existencia de este grupo neuronal especializado indica la singularidad del canto y de la fina discriminación de funciones en la corteza auditiva, aunque todavía no se conoce bien el alcance de este descubrimiento (Norman-Haignere *et al.*, 2022). De ahí, no resulta descabellado usar esta disciplina para rehabilitar el cerebro.

Este conocimiento no es nuevo. Los efectos específicos de la práctica del canto en el bienestar de los individuos empiezan a documentarse desde el siglo XIX. Se publican algunos artículos divulgativos en los que se alude a los beneficios de la práctica del canto en la salud. En los primeros artículos se contemplan efectos de tipo físico; por ejemplo, se recomienda la práctica del canto como actividad idónea para que las mujeres hagan ejercicio, ya que su situación social en aquella época no les

permite participar en otro tipo de actividades. En ese artículo se hace hincapié en la importancia que posee el acto de cantar para el mejor funcionamiento del sistema respiratorio (Smith, 1891). Un artículo posterior trata sobre los efectos del canto en la musculatura diafragmática, el desarrollo de la respiración nasal, el uso completo de los pulmones y el gasto de calorías (Elson, 1897). Asimismo, a finales del siglo XIX y principios del siglo XX se observa que los cantantes italianos son mucho más longevos y se atribuye a que toman más oxígeno que el resto de personas no cantantes y a que las respiraciones profundas del canto aumentan la capacidad pulmonar y mejoran la postura; los músculos del pecho y del cuello se ejercitan al cantar y la musculatura intercostal acaba siendo más elástica (Hunter, 1999).

Los efectos neurológicos del canto se constatan durante las dos Guerras Mundiales y son los que representan el origen de la especialidad científica de la musicoterapia. En dichos conflictos se constata la influencia terapéutica que el canto tiene sobre el habla de las personas que padecen *afasia* como consecuencia de las lesiones cerebrales que se producen por los combates en el frente de guerra. La *afasia* se debe a causas como un ictus, una lesión en la cabeza o un tumor cerebral y de ella se derivan problemas tanto en el lenguaje como en la voz. La *afasia de Broca* es una afasia de tipo motor, ya que el *área de Broca* es una zona del cerebro humano relacionada con la producción motora del lenguaje<sup>17</sup> (Helm-Estabrooks y Albert, 2005).

En la Primera Guerra Mundial se constata que los soldados afectados las lesiones en el área de Broca son capaces de poder cantar pero no de hablar (Mills, 1904). Durante la Segunda Guerra Mundial se incrementan los casos de lesiones cerebrales, lo que convierte a la afasia en un gran reto rehabilitatorio en aquella época (Huber, 1942). Y al observar en ese momento que algunos soldados que sufren un

---

<sup>17</sup> El cerebro presenta una prominencia funcional también denominada *lateralización* que es el fenómeno por el que algunas funciones cerebrales se localizan en el hemisferio derecho o en el izquierdo y que consiste en una predisposición estructural innata en los seres humanos (Ivanova, 2017). En el caso del lenguaje las áreas de Broca y Wernicke se localizan en el hemisferio dominante que suele ser el izquierdo. El área de Broca es la zona relacionada con las funciones motoras del lenguaje y el área de Wernicke se relaciona con la comprensión del lenguaje (Kolb y Whishaw, 2015: 13-14; Snell, 2019: 311, 317). El hemisferio dominante tiene funciones lingüísticas y también analiza la información temporal. El hemisferio no dominante posee funciones lingüísticas más escasas, pero es más emocional, artístico y musical y, por ello, sus tareas tienen que ver con la prosodia y con el discurso emocional (Kolb y Whishaw, 2015: 271; Albouy *et al.* 2020). Sin embargo, esta lateralización no excluye la activación del hemisferio derecho, puesto que se observa que existe la modulación derivada de la experiencia (Ivanova, 2017).

daño cerebral solo pueden emitir palabras cuando lo hacen en el contexto de una canción (Goldstein, 1942), comienza a utilizarse el canto como una importante herramienta para mejorar la calidad del habla de las personas con afasia (Albert, Sparks y Helm, 1973; Norton *et al.*, 2009).

En 1973 se desarrolla la *terapia de entonación melódica*, la primera terapia basada en el uso de la voz cantada para posibilitar la producción vocal de personas con afasia de Broca y que se revela como una de las más efectivas para ello (Schlaug *et al.*, 2008). Bajo la dirección del terapeuta, el sujeto entona de manera lenta, exagerada, melódica y rítmica distintas palabras y sintagmas u oraciones simples o expresiones idiomáticas, con contenido semántico; expresiones habituales como, por ejemplo, “buenos días” o “¿qué tal estás?” (Albert, Sparks y Helm, 1973; Helm-Estabrooks y Albert, 2005: 253-268; Norton *et al.*, 2009; Wan *et al.*, 2010; Wan *et al.*, 2014; Akanuma *et al.*, 2015; Magee *et al.*, 2017). Eso quiere decir que las zonas de Broca y Wernicke no son las únicas responsables del lenguaje<sup>18</sup> (Mairal-Usón, 2021).

Los precedentes sobre el uso de la voz cantada en el tratamiento rehabilitatorio de los sujetos con afasia de Broca suscitan el interés sobre las posibilidades terapéuticas del canto en otras enfermedades de origen neurológico. Se continúa investigando entonces sobre la influencia del canto en diversos problemas neuronales como la *disfemia*. La disfemia o tartamudez es un trastorno de fluidez en el habla con causas neuronales y emocionales. Se comprueba que al cantar, tanto de manera individual como en grupo, se reduce hasta un 90 % el índice de tartamudeo (Healey *et al.*, 1976; Wan *et al.*, 2010; Wan *et al.*, 2014; Akanuma *et al.*, 2015; Falk *et al.*, 2016; Falk *et al.*, 2020). La unión de la melodía con el ritmo y la alteración prosódica del canto parece servir para la estabilización de la producción motora vocal (Johnson y Rosen, 1937; Falk *et al.*, 2020). El protocolo de intervención musicológica desarrollado

---

<sup>18</sup> Si un sujeto habla o escucha un mensaje se incrementa la actividad del hemisferio dominante en la corteza auditiva en las áreas de Broca y Wernicke durante la percepción de dicho mensaje (Kolb y Whishaw, 2015: 271). Pero si se utiliza un lenguaje automático —aquellas expresiones que se tienen automatizadas como recitar los días de la semana, los meses del año o los números— no se observa el aumento de actividad en el área de Broca (Kolb y Whishaw, 2015: 271). Si el sujeto escucha música aumenta la actividad del lóbulo temporal no dominante (Kolb y Whishaw, 2015: 271), pero si el sujeto canta, también se activa la zona de Broca (Schlaug, 2015).

y empleado por Lucia<sup>19</sup> para personas con trauma cerebral se pone a prueba en la tesis doctoral de Cohen en personas con disfunción de la comunicación debido a lesiones cerebrales y con trastorno severo cognitivo-comunicativo, mostrando cambios en aspectos como la frecuencia fundamental o aumento de la intensidad (Cohen, 1991).

El canto también se emplea en la rehabilitación de trastornos del habla de origen neurológico como la apraxia<sup>20</sup> y para mejorar el habla y las competencias comunicativa en niños con retraso del desarrollo del lenguaje, con síndrome de Down y con autismo no verbal<sup>21</sup> (Cohen, 1994; Carroll, 1996; Wan *et al.*, 2011; Schlaug, 2015; Chenausky, Norton y Schlaug, 2016). Incluso en el caso del Alzheimer los individuos que siguen una terapia de canto en grupo no muestran deterioro en la coherencia del habla frente a los que no la siguen que sí presentan un empeoramiento de sus habilidades lingüísticas (Dassa y Amir, 2021). Según las evidencias científicas observadas se constituye así la musicoterapia neurológica como un nuevo modelo clínico para la neurorrehabilitación (Thaut, 2005a).

La musicoterapia neurológica propone una selección de diferentes técnicas para tratar trastornos producidos por enfermedades del sistema nervioso. Se ocupa del restablecimiento, reeducación y optimización de las funciones cerebrales mediante ejercicios que actúan sobre aspectos como la atención, la memoria, la orientación, la respiración, etc. (Jauset-Berrocal, 2018; Thaut y Hoemberg, 2014). La especialidad del canto terapéutico o *Therapeutic Singing* se crea como un área diferenciada de la musicoterapia neurológica e incluye muchos tipos de técnicas específicas para tratar los problemas de la voz y el habla; se encarga de la rehabilitación vocal en caso de trastornos neurogénicos. El *Oral Motor and Respiratory Exercises* (OMREX) es una técnica que usa material musical como instrumentos de viento o metrónomos para

---

<sup>19</sup> Se trata del protocolo de intervención de Christina M. Lucia de 1987 que ella desarrolla con afectados por un trauma cerebral en el Instituto de Rehabilitación de Chicago. La intervención que describe se basa en ejercicios de relajación de cabeza, cuello y tronco superior, ejercicios diafragmáticos y vocalizaciones, canto de canciones bien populares o bien que les resulten familiares a los sujetos y ejercicios rítmicos con frases habladas.

<sup>20</sup> La apraxia es un trastorno neurológico por el que el sujeto, a pesar de que sabe lo que quiere decir, no es capaz de conseguir que su musculatura de producción responda (Cohen, 1992).

<sup>21</sup> La técnica que se suele usar con niños autistas no verbales se denomina *auditory-motor mapping training* que consiste en un entrenamiento que incorpora el canto, la actividad motora y la imitación. Se recluta un sistema de neuronas espejo supuestamente disfuncional que se cree que subyace a algunos de los déficits de comunicación en el autismo. Las vocalizaciones parecen mejorar la articulación de las palabras y desarrollar un lenguaje más expresivo (Wan *et al.*, 2010; Wan *et al.*, 2011).

mejorar el control y la fuerza respiratoria; la *Vocal Intonation Therapy* o terapia de entonación melódica creada para los casos de afasia en 1973 y mencionada en un párrafo anterior, que ejercita la frecuencia fundamental, el timbre, la intensidad, la resonancia o la respiración mediante vocalizaciones y canciones o el *Rhythmic Speech Cueing* que trabaja con metrónomo el ritmo de elocución (Thaut, 2005b: 171-176; Thaut y Hoemberg, 2014).

La idea que sustenta la musicoterapia neurológica es que la forma de trabajar en el aprendizaje y en la práctica del canto, mediante repeticiones continuas de ejercicios sometidos a diferentes estructuras rítmicas y melódicas, provocan reajustes cognitivos y variaciones conductuales que se consolidan como cambios en la propiocepción. Es decir, el cantante entrena para retroalimentarse no solo de las percepciones auditivas que llegan del exterior sino también de las sensaciones propioceptivas internas. El cantante confía cada vez más en las sensaciones internas en vez de en las externas (Bottalico *et al.*, 2016). Si los cambios temporales funcionales o conductuales que ocasiona un entrenamiento como puede ser el entrenamiento del canto se prolongan en el tiempo, los procesos se automatizan y los cambios se convierten en estructurales o permanentes (Kleber *et al.*, 2010). Además, los cambios neuroplásticos inducidos por el entrenamiento musical son considerablemente mucho más duraderos (Chatterjee *et al.*, 2021).

Es decir, el entrenamiento a largo plazo produce cambios neuromorfológicos que necesitan más o menos tiempo para desarrollarse dependiendo de la estructura a la que afecten. Se considera que los procesos que se desean aprender se han almacenado ya en la memoria cuando, derivados del cambio morfológico de las estructuras neuronales, tiene lugar la automatización y los cambios se convierten en permanentes (Edwards, 2010: 170-171). Por ejemplo, el tamaño o la eficacia de las sinapsis puede variar en segundos o minutos. El crecimiento de nuevas sinapsis y dendritas puede tardar horas o días. El incremento de la densidad de la materia gris necesita al menos algunas semanas y las grandes áreas cerebrales necesita de entrenamiento a largo plazo. Las sustancias neuroquímicas como la adrenalina, las endorfinas, la dopamina o las hormonas relacionadas con el estrés estimulan los cambios neuroplásticos (Altenmüller *et al.*, 2019).



Por un lado, las tareas cognitivas y motoras que consisten en intervenciones individuales, durante un largo período de tiempo y con un nivel de exigencia ajustándose progresivamente al alza, son las que estimulan en mayor medida el aprendizaje y las que más favorecen la plasticidad corticoespinal, dando como resultado la reorganización de las redes neuronales y cambios en la morfología del cerebro (Kleber *et al.*, 2010; Christiansen *et al.*, 2020). Las actuaciones grupales, por otro lado, mejoran las funciones ejecutivas<sup>22</sup> del cerebro en relación a la flexibilidad verbal. La producción silábica que ha de ajustarse a una estructura musical compuesta de melodía y ritmo, la percepción de la propia voz sonando al mismo tiempo que la de los demás cantantes, las correcciones para ajustarse a dichas voces, el seguimiento de las instrucciones del director y el contenido emocional de las canciones puede ser el desencadenante del incremento de la flexibilidad cognitiva y la verbal (Pentikäinen *et al.*, 2021).

El grado de experiencia y el estilo de canto también son aspectos importantes a considerar en las intervenciones. La destreza se correlaciona con una importante activación de la corteza somatosensorial primaria bilateral que procesa la información que llega desde los mecanismos propioceptivos del cuerpo. También se relaciona con un aumento en la actividad de los ganglios basales, el tálamo y el cerebelo. Y solo en cantantes de ópera de más edad y experiencia se detectan pequeños cambios en la corteza motora primaria derecha. El entrenamiento de canto cuando es intensivo contribuye al incremento de la materia blanca del fascículo arqueado en mayor medida que el entrenamiento instrumental (Halwani *et al.*, 2011); entre cantantes y no cantantes también se observan diferencias morfológicas en el fascículo arqueado (Perron *et al.*, 2021). Por último, respecto al grado de exigencia, la actuación en público también se acompaña de sensaciones sociales muy fuertes y como consecuencia se potencian las modificaciones neuroplásticas (Altenmüller *et al.*, 2019).

El cantante entrenado es capaz de dominar los aspectos propioceptivos hasta tal punto que, al cantar con cascos donde suena un acompañamiento musical a gran volumen, los cantantes corales son capaces de no aumentar la intensidad de su canto frente a los no cantantes que sí lo hacen. Es decir, que los cantantes corales pueden

---

<sup>22</sup> Las funciones ejecutivas son habilidades y capacidades cognitivas de alto nivel que tienen por objeto guiar y planificar la conducta para resolver situaciones complejas o novedosas (Serrano y Allegri, 2006).

resistir el efecto Lombard que consiste en aumentar inconscientemente la intensidad de la voz en entornos ruidosos (Tonkinson, 1994). Asimismo, entre un grupo de cantantes profesionales y otro de cantantes no profesionales, son los primeros los que consiguen resistirse al efecto Lombard (Bottalico *et al.*, 2016). El alto control propioceptivo que induce el entrenamiento de canto favorece que al darse la instrucción de elevar la intensidad de la voz a un grupo de cantantes solistas y a otro de cantantes corales para adaptarse a la intensidad del acompañamiento que escuchan a través de unos auriculares, se observa que el grupo de cantantes solistas puede producir 5 o 6 dB más que los cantantes de coro que llegan a un punto en el que no pueden seguir elevando la intensidad (Coleman y Hicks, 1978). Incluso bajo los efectos de una anestesia los cantantes son capaces de mostrar un mayor control de la frecuencia fundamental que los no cantantes (Kleber *et al.*, 2013).

Si todos estos beneficios se producen dependiendo de la experiencia en la práctica del canto se puede suponer que aplicar una alta atención a la propiocepción puede resultar útil para recuperar el control motor de la voz (Kleber *et al.*, 2010). En definitiva, la verificación de los efectos que presenta la práctica del canto en los trastornos motores, cognitivos, sensoriales y comportamentales confirman el altísimo potencial que tiene el empleo de la voz cantada en la neurorehabilitación (Janzen *et al.*, 2022).

Para el tema que aborda esta investigación, el Parkinson, el entrenamiento de canto cambia los patrones motores de los sistemas respiratorio, fonatorio y articulatorio e influye sobre la musculatura que participa en estos sistemas, que a menudo están alterados en esta enfermedad. Además, se relaciona con la mejora en las emociones y en las segregaciones hormonales. A continuación se resumen algunos de los estudios principales que abordan estas cuestiones de forma general no aplicados directamente al Parkinson, que se tratarán en el apartado siguiente.

Desde un punto de vista físico y corporal, uno de los elementos que se corrigen durante la práctica de canto, directa o indirectamente, es la posición del cuerpo. Los cantantes de música clásica preparan su postura antes de emitir la voz (Aura *et al.*, 2019). La postura corporal tiene una gran importancia en la correcta emisión de la voz. La mala postura puede desencadenar hipertonia de la musculatura extrínseca a la

laringe y, cuanto mayor sea la severidad de la hipertonía, mayor perjuicio para la emisión vocal (Kooijman *et al.*, 2005).

En cuanto a la modificación y estabilidad de los patrones respiratorios (cf. § 2.1.1) y su adaptación y coordinación con el ritmo musical es algo fundamental para un cantante y a eso se dedica gran parte del tiempo del entrenamiento de canto.

Cantar incrementa la fuerza muscular respiratoria (Wiens *et al.*, 1999), reduce la disnea y mejora la percepción negativa de los síntomas respiratorios (Goldenberg, 2018). Cuando la musculatura respiratoria presenta debilidad, el volumen pulmonar sufre una gran reducción al igual que la capacidad ventilatoria, el intercambio gaseoso es ineficaz, la retención de dióxido de carbono es elevada y se produce un estado de hipoxia (Tamplin *et al.*, 2013; Ang *et al.*, 2017). La fuerza de la musculatura respiratoria es vital para generar una tos productiva y evitar la aspiración crónica y la neumonía derivada de ella que suele afectar a personas con enfermedades de tipo neurológico (Wiens *et al.*, 1999; Tamplin *et al.*, 2013; Ang *et al.*, 2017; Barber, 2022).

El canto requiere de inspiraciones fuertes y rápidas y de una gran regulación de la espiración para poder mantener las notas cantadas (Wan *et al.*, 2010). Si la respiración no se encuentra adecuadamente entrenada, es inviable cantar. El entrenamiento de la musculatura inspiratoria muestra efectos beneficiosos en la práctica de ejercicio físico, la capacidad funcional y en el sistema cardíaco (Seixas *et al.*, 2020). Así pues, cantar parece ser una actividad recomendable en caso de problemas respiratorios como pueden ser el asma, la fibrosis quística, el enfisema, la bronquiectasia o la enfermedad pulmonar obstructiva crónica —EPOC—. Los resultados con el canto coral y el EPOC son excelentes, la mejoría de los niveles de oxígeno es estadísticamente significativa (Bonilha *et al.*, 2009; Goldenberg, 2018; Cahalan *et al.*, 2021), aunque el grado de exigencia de canto en grupos corales suele ser moderada. Cuando se realiza un entrenamiento respiratorio de canto con una intensidad más elevada, es decir, como el que se realiza para lograr un nivel de canto profesional o experto, se produce una mejoría en la condición de la EPOC (Lewis *et al.*, 2021).

En 2021, la *English National Orchestra* —ENO— en colaboración con el equipo médico del *Imperial College Healthcare* desarrollan un protocolo respiratorio basado en el canto lírico —ópera— al que denominan ENO *breathe* orientado a ayudar a personas que se recuperan de los efectos de la COVID 19 y que padecen síntomas de ansiedad y disnea. La razón por la que se utiliza técnica de canto es porque se considera que el canto mejora la salud, tiene efectos emocionales beneficiosos, implica los músculos abdominales e intercostales y el diafragma y estimula la circulación sanguínea. Además, ayuda a lograr una respiración más profunda<sup>23</sup>. El entrenamiento de canto es significativo para mejorar la disnea y la fatiga asociada a dicha condición (Cahalan *et al.*, 2022).

El ejercicio del canto también causa cambios en el ritmo cardíaco por el control que se ejerce sobre el mecanismo respiratorio. Al inspirar, la actividad del nervio vago desciende y el corazón incrementa su ritmo. Con la espiración se estimula el nervio vago y el ritmo cardíaco desciende. A este fenómeno se le denomina *arritmia sinusal* (Kang *et al.*, 2018). La práctica de canto resulta ser un modulador de la actividad vagal mucho más efectivo que otras disciplinas respiratorias como el yoga. Sobre todo cuando se utilizan ejercicios o canciones rítmicamente lentas (Tanzmeister *et al.*, 2022). También se observa que el canto materno —y no el habla— estimula la actividad del nervio vago de los bebés prematuros durante el período de hospitalización (Filippa *et al.*, 2022). Cuando la práctica del canto se lleva a cabo con un nivel alto de exigencia, se producen cambios de larga duración, no solo en el sistema pulmonar, sino también en el sistema cardíaco. Los cantantes profesionales cuentan así con un mejor estado cardiopulmonar que los no cantantes o aficionados (Grape *et al.*, 2003).

En cuanto al sistema fonador, los pliegues vocales (cf. § 2.1.2) intervienen en la función respiratoria y en la fonatoria, pero también tienen una función esfinteriana importante. Participan en la función deglutoria cerrando y protegiendo el paso a los pulmones de cuerpos extraños, expulsan secreciones del tracto aéreo, ayudan en el levantamiento de pesos y crean una presión intraabdominal para poder realizar funciones fisiológicas como miccionar o defecar (Sañudo *et al.*, 2013: 30). Las

---

<sup>23</sup> Más información en la página web oficial del proyecto ENO *breathe* ([www.eno.org](http://www.eno.org), 2022).

vocalizaciones de canto trabajan el grado y la intensidad en el cierre o la apertura de los pliegues vocales (Zhang, 2021). Especialmente útil para la consecución de este objetivo es el entrenamiento con técnica de canto de música *pop* (Folomieieva, 2020).

No existen apenas estudios sobre los cambios que la práctica de canto en grado de experto puede desencadenar en los rasgos biomecánicos y acústicos de los pliegues vocales. Los cantantes muestran cambios significativos en el desbalance de la masa del cuerpo durante las vocalizaciones (Gómez-Vilda *et al.*, 2013c). Asimismo, un análisis sobre dos gestos articulatorios utilizados en la práctica de canto ofrece como resultado que el gesto de aplanar la lengua disminuye la tensión del cuerpo e incrementa la de cubierta mientras que el gesto de elevarla aumenta la tensión del cuerpo y disminuye la de la cubierta (Lirio, 2014).

También se observa que la técnica de canto que se requiere para cantar teatro musical presenta una gran efectividad en la mejoría de la hipofonía derivada de una parálisis unilateral de los pliegues vocales. Es una buena estrategia para tratar la voz débil y aérea característica de este trastorno. Esta técnica denominada *twang* se basa en la constricción del tracto vocal y de la epilaringe y mejora la gestión del soplo aéreo y la intensidad de la voz (Lombard y Steinhauer, 2007).

El canto mejora la tonicidad muscular en los articuladores, aspecto muy importante si se desea conseguir un mayor grado de inteligibilidad en el mensaje que se quiere transmitir —lenguaje verbal— sino también es crucial en el lenguaje no verbal. El habla se convierte en ininteligible por la falta de precisión articulatoria —sobre todo de la lengua, la mandíbula y los labios— y también el habla emocional resulta perjudicada (Sapir, 2014; Prenger *et al.*, 2020), como se expone en un apartado anterior (cf. § 2.3.2). El cantante practica para lograr coordinar y controlar todo el sistema articulatorio y para fortalecer la musculatura que le da soporte. La competencia articulatoria hace posible los cambios en la resonancia y el dominio fonético necesario para cantar en otras lenguas.

El trabajo articulatorio implica un aumento significativo de la fuerza masticatoria de forma (Sakano *et al.*, 2018). El déficit en la función de la masticación provoca un trastorno de deglución denominado *disfagia orofaríngea* que es uno de los problemas más importantes asociados a la enfermedad de Parkinson. No obstante,

también las personas del mismo rango etario sin enfermedad de Parkinson, pueden estar aquejadas de disfagia debido a la debilidad de los músculos relacionados con la deglución. La deglución es una función cognitiva muy compleja que debe coordinar los sistemas respiratorio, fonatorio y articulatorio de una manera muy precisa; la merma de esta función supone un riesgo de deshidratación, malnutrición y neumonía por aspiración (Sakano *et al.*, 2018). Una causa muy frecuente del trastorno de deglución es la dificultad en la prolongación voluntaria de la elevación de la estructura laríngea para proteger las vías respiratorias de manera efectiva. El hueso hioides no se mueve lo suficiente y por eso el puerto queda abierto y las sustancias pasan al pulmón (Stegemöller *et al.*, 2017). Además, en la deglución intervienen músculos laríngeos y músculos masticatorios que se comparten con el canto y, por eso, practicar canto puede implicar mejoras significativas en la masticación y la deglución (Sakano *et al.*, 2018; Yeo *et al.*, 2021). También mejora la movilidad del hioides y el control respiratorio y, de esa manera, el sistema puede aguantar todo lo posible la prolongación de la elevación de la estructura laríngea y el cierre del paso respiratorio (Stegemöller *et al.*, 2017). El canto ha demostrado ser eficaz, incluso, para la mejora de la disfagia asociada también a otros problemas de salud como en el caso de cáncer de cabeza y cuello (Jo *et al.*, 2021; Yeo *et al.*, 2021).

También parece que el trabajo articulatorio es el motivo por el que se obtienen resultados en pacientes afectados de disartria adquirida tras un trauma o un derrame cerebral (Tamplin y Grocke, 2008).

Por otro lado, la masticación produce saliva que contiene enzimas asociadas tanto a la digestión como al sistema inmune y el canto origina un significativo incremento de la producción de saliva (Sakano *et al.*, 2018), lo que puede resultar interesante para enfermedades que cursan con hiposalivación como ocurre con el síndrome de Sjögren. Las voces femeninas con hiposalivación exponen valores más bajos de la frecuencia fundamental y más altos de *jitter* (Grinstein-Koren *et al.*, 2021).

Finalmente, el velo del paladar es un articulador que, aparte de las funciones fonatorias como la producción de las consonantes nasales, tiene otras de tipo esfinteriano como la deglución, las náuseas, el vómito, el silbido o la succión. Impide el paso de cualquier sustancia a los senos nasales. El velo del paladar puede presentar

una insuficiencia de cierre que, en casos graves, necesita de intervención quirúrgica. El canto, sobre todo el canto de tipo lírico y solista, ejercita el velo del paladar y sus grados de cierre o apertura (Santoni, 2021; Yeo, 2021).

Algunas posturas articulatorias como la de cantar frecuencias fundamentales muy altas a gran intensidad sonora simulan el gesto de una amplia sonrisa o de una carcajada. En estudios recientes se comprueba que las emociones implican acciones motoras y que las acciones motoras como la de forzar una sonrisa estimula la amígdala y genera emociones positivas (Marmolejo-Ramos *et al.*, 2020; Yu y Kitayama, 2021).

La práctica de canto también provoca fluctuaciones en el contenido neuroquímico del cuerpo. Se observan variaciones en los niveles de neurohormonas, neuropéptidos y neurotransmisores dependiendo de factores como la modalidad de canto que se practique, el tipo de canto, el grado de exigencia o el estilo que se canta (Kleber *et al.*, 2010). Las diferencias en los niveles neuroquímicos influyen en la salud física y emocional. La neuroquímica y el estado emocional están íntimamente ligados y el segundo depende completamente de la primera (Paige, 2015).

La producción natural de ciertos endocannabinoides —que son los neuroquímicos que se unen a los receptores de opiáceos del cuerpo— aumenta de forma significativa en sangre —entre un 43 % y un 53 %— tras la práctica de canto coral (Stone *et al.*, 2018). Grandes cantidades de endorfinas —otro tipo de neurotransmisores que se unen a los receptores opiáceos— son liberadas al torrente sanguíneo por un cantante al que se le pide un grado de exigencia alto o una actuación en público (Paige, 2015). En cambio, descienden en el caso de un ensayo coral en grado de aficionado (Fancourt *et al.*, 2016).

La adrenalina se incrementa en las actuaciones frente al público, sin embargo, la exposición continua a dicho estímulo causa la habituación y provoca que el incremento de la adrenalina llegue a no ser tan elevado (Paige, 2015).

La oxitocina es un neuropéptido en cuyos niveles influye el canto pero dependiendo de su modalidad o de su grado de exigencia. Se ha descubierto que la oxitocina en saliva se incrementa en el caso de un ensayo grupal de un grupo coral geriátrico de aficionados, pero disminuye si el ensayo es en solitario (Good y Russo, 2021). En otro grupo coral de jóvenes aficionados se constata que la oxitocina en saliva

se eleva más con la actividad del canto que con la de recitar un texto (Bowling *et al.*, 2022) o con la de conversar con un compañero (Kreutz, 2014). En cambio, en el caso de un coro semiprofesional universitario, la oxitocina salivar desciende en el ensayo grupal mientras que aumenta en el individual (Schladt *et al.*, 2017). La oxitocina en sangre aumenta en las clases de canto individuales tanto en el caso de aficionados como de profesionales (Grape *et al.*, 2003).

La serotonina es un neurotransmisor relacionado, entre otras funciones, con el control de las emociones, el reconocimiento facial, la memoria y la reducción del dolor y sus niveles también se elevan en general con la práctica del canto (Tamplin *et al.*, 2019). Los niveles de testosterona en cantantes varones de nivel aficionado tanto para actividades de canto individual como coral no presentan cambios (Bowling *et al.*, 2022), pero los niveles de prolactina en la práctica de canto de tipo individual sube en varones y desciende en mujeres (Grape *et al.*, 2003).

Tanto la práctica activa como la escucha pasiva ayudan conseguir un estado de relajación y reducen el estrés y la ansiedad (Chanda y Levitin, 2013)<sup>24</sup>. El grado de exigencia con que se practica la actividad de canto contribuye a regular el estrés mediante la regulación de los niveles de la hormona cortisol.

La escucha pasiva de la música supone un nivel de exigencia musical menor que la práctica activa. En este sentido, tras una actividad de escucha pasiva de música coral por parte de un coro aficionado los niveles de cortisol salivar de los componentes del coro, disminuyen, mientras que en el ensayo activo, los niveles no varían (Kreutz, 2004). En cambio no se observan diferencias si un grupo de sujetos realiza una actividad coral o bien charlan entre ellos (Kreutz, 2014).

La práctica en grado de aficionado es, asimismo, menos exigente que en grado profesional. En la práctica del canto de grado aficionado el cortisol baja tanto en la modalidad individual (Grape *et al.*, 2003; Sakano, 2018) como en la coral (Bowling *et al.*, 2022). Sin embargo, en algún caso no se advierte diferencia entre el descenso en la actividad grupal o en la individual (Good y Russo, 2021). Por último, un estudio con sujetos adultos aficionados que cantan una hora en un *karaoke* cuatro días por semana

---

<sup>24</sup> Más información sobre la relación de la escucha pasiva y activa de música y el estrés o la ansiedad se puede encontrar en la página web oficial de la Asociación Americana de Musicoterapia ([www.musictherapy.org](http://www.musictherapy.org), 2022)



muestran reducción en los niveles de cortisol y de adrenalina al cabo de 8 semanas (Sakano *et al.*, 2018). Y, al efectuarse estudios sobre actividades corales o individuales tanto de canto como de recitación de un grupo aficionado, se observa que desciende más en las actividades musicales que en las recitadas y, entre las cantadas, baja mucho más en la actividad coral que en la individual (Bowling *et al.*, 2022).

Si el grado de exigencia es de profesional, el cortisol desciende en los ensayos y se eleva en las actuaciones tanto en el caso del canto coral (Beck *et al.*, 2000) como solista (Beck *et al.*, 2006).

Por último, la dopamina es un neurotransmisor cuyo déficit es una de las causas de la enfermedad de Parkinson (cf. § 2.3.2). El núcleo *accumbens* es una de las estructuras que forman parte de los ganglios basales que genera dopamina como mecanismo de recompensa a un estímulo placentero (Sihvonen *et al.*, 2017; Cohen *et al.*, 2020). La activación del núcleo *accumbens* es mayor al cantar —es decir, al emitir palabras con música— que al hablar. Y a mayor estimulación de esta estructura, mayor liberación de dopamina (Callan *et al.*, 2006). Uno de los problemas motores característicos en la enfermedad de Parkinson es el bloqueo de la marcha. Tradicionalmente, la escucha de música contribuye al desbloqueo debido al contenido rítmico (cf. § 2.3.2). Sin embargo, se ha comprobado que cantar también es muy útil para solucionar dicho desbloqueo (Harrison *et al.*, 2017); pero cantar mentalmente resulta ser incluso mucho más efectivo que escuchar música o que cantar (Harrison *et al.*, 2019).

La variación en los niveles de neuroquímicos tiene una relación muy estrecha con el sistema inmune. El canto es precursor de anticuerpos, linfocitos y otras sustancias que ayudan al cuerpo combatir enfermedades y reducir los daños oxidativos. La IgA —inmunoglobulina A— es una proteína considerada el primer sistema de defensa contra infecciones que intentan entrar a través de los tractos respiratorio y gastrointestinal (Kreutz *et al.*, 2004; Beck *et al.*, 2006). La mayoría de los estudios se realizan con muestras salivares que es donde se encuentra esa primera línea de defensa contra los patógenos en el tracto respiratorio superior (Kuhn, 2002). Al escuchar música los niveles de la inmunoglobulina A bien suben levemente (Kuhn, 2002) o bien se mantienen (Kreutz, 2004). En los sujetos del grupo control se observa

un descenso en los niveles (Kuhn, 2002). Sin embargo, en los practicantes de canto de tipo grupal la IgA se eleva significativamente (Kreutz, 2004) e, incluso, un 317 % por encima de los que solo escuchan música (Kuhn, 2002). Los solistas profesionales presentan un incremento del 3,5 % durante los ensayos y un 19 % durante las actuaciones (Beck *et al.*, 2006). En cambio, en el caso de un coro profesional, el incremento de la IgA durante los ensayos llegan a un 150 % y durante las actuaciones hasta un 240 % (Beck *et al.*, 2000). Se sospecha que los efectos en un solista pueden ser menores que en el canto coral porque esta última modalidad de canto no va acompañada de la ansiedad interpretativa y la responsabilidad que sí aparece en la interpretación individual. Es decir, que la elevación en los niveles de IgA puede estar mediada por factores psicológicos (Beck *et al.*, 2006).

Asimismo, la práctica de canto modula otros marcadores inmunológicos. El factor TNF-alfa se eleva tras una clase de canto individual para profesionales pero desciende para el caso de aficionados (Grape *et al.*, 2003). Las varias semanas de sesiones de *karaoke* individual y en grado de aficionado los marcadores de inmunidad tales como los linfocitos T, B, CD4+T o CD8+T se incrementaron significativamente y los factores de peroxidación lipídica —oxidación de los ácidos grasos— y el 8-OHdG —8-hidroxi-2'-desoxiguanosina, marcador sensible y específico de daño oxidativo en el ADN— que son indicadores del estrés oxidativo (Rivera *et al.*, 2006) se reducen significativamente (Sakano *et al.*, 2018).

Derivados de los cambios neuroquímicos anteriores se producen efectos en el estado emocional y social de los sujetos que practican canto (Clements-Cortès, 2015). Hasta el momento los estudios más numerosos se realizan sobre canto coral. Livesey y sus colaboradores (2012) realizaron una encuesta a más de mil personas mayores de 50 años. Los efectos emocionales que relatan son numerosos. En general, se descubre que mejora el estado de ánimo y eso significa que reduce los niveles de estrés y de ansiedad, al igual que la negatividad o los sentimientos de pena, aislamiento o vulnerabilidad. Cantar induce a la calma, a la relajación, mejora la autoestima y la autoconfianza. Las personas que cantan se sienten más felices y adoptan una actitud optimista ante la vida. Entre los efectos sociales que dichas personas experimentan aparece la integración e interacción social. Es decir, los participantes en los coros

cuentan que les posibilita conocer a gente con intereses similares y así, hacer nuevas amistades de distintas edades y de distintos países de origen y mejora su capacidad empática. Se sienten más valorados e incrementa el sentimiento de pertenencia a una comunidad. Estos efectos emocionales y sociales se confirman en estudios posteriores. Por ejemplo, en el canto coral se observa una mejora del humor (Good y Russo, 2021), de la autoestima (Bowling *et al.*, 2022) o la reducción de los niveles de ansiedad, estrés y depresión en un grupo de adultos mayores, resultados que se pueden mantener hasta 6 meses después de la intervención (Galinha *et al.*, 2021).

Además, como cantar es una actividad cognitiva, proporciona desafíos mentales; mejora la concentración y la memoria; ayuda a poner metas en la vida; enriquece el nivel cultural porque es necesario cantar en diferentes idiomas, entender el lenguaje musical y comprender las poesías de los textos; proporciona motivaciones e incrementa la autodisciplina (Pentikäinen *et al.*, 2021).

Respecto al grado de seguimiento o de abandono que presenta la actividad de canto, no existen muchos datos al respecto como ocurre con los procedimientos convencionales (cf. § 2.4). La percepción que los participantes tienen de la actividad de canto es positiva. Se trata de una actividad lúdica que contribuye a disminuir el estrés y a mejorar el humor y esa percepción es importante para proporcionar una motivación y la mayoría de personas que forman parte de un coro superan con creces el año de permanencia. Así pues, contar con actividades de canto puede resultar un factor a considerar para diseñar intervenciones que estimulen la adherencia al tratamiento e impidan el abandono en la medida de lo posible (Johnson *et al.*, 2001; Jacob *et al.*, 2009; Stegemöller *et al.*, 2016; Tamplin *et al.*, 2019).

En resumen, aunque los sustratos neuronales del canto son algo diferentes a los del habla, existe interacción entre ambas funciones como habilidades motoras que son. Comparten los mismos sistemas de producción —respiración, fonación y articulación— y también aspectos relativos al ritmo, a la duración, a la intensidad sonora o a la frecuencia fundamental (McKinney, 2005: 166-167; Cohen *et al.*, 2020). Ambas habilidades motoras necesitan ser aprendidas (Verdolini, 2000: 65-80; Tremblay *et al.*, 2008; Crocco *et al.*, 2020) y requieren de un entrenamiento. Cuanto más entrenados estén, mejor realizan la tarea de producción de canto y de habla

(Perelló, 1982: 59). Por eso el entrenamiento vocal musical se convierte en la práctica idónea para causar un cambio conductual en la voz hablada.

En los siguientes apartados se analizan, en primer lugar, los trabajos relacionados con el estudio de la influencia del canto en la voz presbifónica y con el efecto de las intervenciones en este tipo de voces. Después se examinan los trabajos sobre intervenciones que incorporan la práctica del canto para mejorar la disartria hipocinética.

### **2.5.2. Intervenciones en caso de presbifonía**

En lo que se refiere a la práctica de canto asociada a la voz presbifónica los primeros estudios registrados sobre la voz cantada y grupos geriátricos son de tipo transversal, es decir, se analiza la diferencia entre los rasgos que presentan grupos de cantantes frente a grupos de no cantantes. Los primeros experimentos de este tipo son los dirigidos por Brown y sus colaboradores. En 1990 convoca un experimento en el que se analiza si la práctica del canto en un grupo de cantantes habituales tiene algún efecto sobre la frecuencia fundamental y el *jitter* de la voz hablada, comparando los resultados con un estudio con no cantantes que es realizado por el mismo equipo un año antes (1989). En el estudio sobre cantantes se recogen datos de un grupo de 19 mujeres cantantes profesionales, profesoras de canto, cantantes en coros o en grupos musicales. Todas ellas sin patologías de ningún tipo, ni respiratorias, ni neurológicas ni orgánicas y de entre 63 a 85 años. Se comparan los resultados obtenidos con los del experimento previo con un grupo de mujeres no cantantes de 75 a 90 años sin patologías concomitantes (Brown *et al.*, 1989). En este estudio se observa que la frecuencia fundamental es significativamente más elevada en el grupo de mujeres cantantes —con una media de 195 Hz y una desviación típica de 3,96— en comparación con las no cantantes —con una media de 175 Hz y una desviación típica de 2,44— mientras que la diferencia en el *jitter* — con una media de 0,22 y una desviación típica de 0,21 para las cantantes y una media de 0,31 y una desviación típica de 0,38 para las no cantantes— no resulta estadísticamente significativa (Brown *et al.*, 1989; Brown *et al.*, 1990).

Brown, Morris, Hollien y Howell (1991) desarrollan un estudio con un mayor número de informantes —60 sujetos cantantes profesionales y 94 sujetos no cantantes, todos individuos sanos— para estudiar el efecto de la voz cantada en la frecuencia fundamental. Cada grupo se divide según edad siendo uno de ellos de 20 a 35 años, el segundo de 40 a 55 años y el tercero de 65 a 85 años. En el caso del grupo etario más mayor —de 65 a 85 años— los cantantes muestran frecuencias fundamentales más altas que las de los no cantantes del mismo grupo etario. En el grupo femenino resulta significativa la diferencia entre el valor de la frecuencia fundamental de las mujeres cantantes —grupo compuesto por 10 mujeres y cuya media fue de 201 Hz y una desviación típica de 5,2— y el grupo femenino no cantante —compuesto por 19 mujeres— que muestra un valor inferior al de las participantes cantantes —cuya media fue de 175 Hz con una desviación típica de 2,4—. Sin embargo no resulta significativa la diferencia entre la frecuencia fundamental de los 10 hombres cantantes pertenecientes a este grupo etario que es menor —con una media de 125 Hz y una desviación típica de 4,0— que la de los 15 hombres no cantantes —con una media de 127 Hz y una desviación típica de 3,1—. Asimismo, se divide el grupo de cantantes entre sopranos y contraltos en el caso de las voces femeninas y entre tenores y barítonos en el caso de las voces masculinas. Los que presentan frecuencias fundamentales más elevadas son los grupos de las sopranos y el de los tenores. Sin embargo, solo resulta significativa la diferencia entre el grupo de las sopranos y el de las mujeres no cantantes como se observa en la tabla 3 (Brown *et al.*, 1991).

Tabla 2. Medias de la frecuencia fundamental ( $f_0$ ) y la desviación típica (DT) de cantantes y no cantantes. Se muestran las diferencias en grupos etarios de 65 a 85 años tanto en las voces femeninas como en masculinas del estudio de Brown y sus colaboradores (1991).

Sexo	Grupo	$f_0$	DT
Mujeres de 65 a 85	Sopranos	214 Hz	5,0
	Contraltos	188 Hz	5,5
	Sopranos y Contraltos	201 Hz	5,2
	No cantantes	175 Hz	2,4
Hombres de 65 a 85	Tenores	136 Hz	3,5
	Barítonos	121 Hz	4,2
	Tenores y barítonos	125 Hz	4,0
	No cantantes	127 Hz	3,1

La tesis doctoral de Prakup en la Universidad de Kent (2009) estudia de manera transversal ciertos rasgos del habla como la frecuencia fundamental, el *jitter*, el *shimmer* y la intensidad de la voz en un grupo etario de entre 65 a 80 años sin ningún tipo de afectación neurológica. El grupo experimental se compone de 60 personas, 30 cantantes —15 hombres y 15 mujeres cantantes— y 30 no cantantes —15 hombres y 15 mujeres—. El grupo de cantantes está formado por personas que llevan cantando en un coro de aficionados durante los 10 últimos años. Los no cantantes no deben haber recibido ningún tipo de formación vocal. En los resultados se observa que todos los cantantes presentan diferencias significativas en el *jitter* —un descenso del 2,7 % en el grupo masculino y un 3,7 % en el femenino— frente a los no cantantes. Asimismo, la intensidad de los cantantes resulta significativamente más elevada —7,5 dB más alta en el caso de los hombres y 4,2 dB en el caso de las mujeres— que la de los no cantantes. Tanto la frecuencia fundamental —7 Hz más baja en el caso de los hombres cantantes frente a los no cantantes y 21 Hz más alta en el caso de las mujeres cantantes frente a las no cantantes— como el *shimmer* —0,16 % más alto en el caso de los hombres no cantantes frente a los cantantes y 0,05 % más alto en el caso de las mujeres cantantes— no obtienen significación estadística ni en hombres ni en mujeres, aunque los hombres presentan una tendencia al descenso de ambos valores mientras que las mujeres tienden a mostrar elevación de esos mismos valores en las cantantes según refleja la tabla 4 (Prakup, 2009; 2012).

Tabla 3. Medias (M) y desviación típica (DT) de la frecuencia fundamental, el *jitter*, el *shimmer* y la intensidad en hombres y mujeres cantantes y no cantantes. Adaptado de los estudios de Prakup (2009; 2012).

	Hombres				Mujeres			
	Cantantes		No cantantes		Cantantes		No cantantes	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
<b><i>f</i><sub>0</sub> (Hz)</b>	128	10,3	135	20,2	237	40,9	216	51,3
<b><i>Jitter</i> (%)</b>	0,34	0,1	0,53	0,2	0,26	0,06	0,43	0,1
<b><i>Shimmer</i> (%)</b>	0,22	0,1	0,38	0,2	0,31	0,2	0,26	0,1
<b>Intensidad (dB)</b>	64,5	3,1	57,0	2,8	62,6	2,5	58,4	3,4

El estudio de Lortie y sus colaboradores (2016) analiza la influencia de la edad en las voces de personas jóvenes, maduras y mayores. De manera tangencial se examina el efecto de la práctica frecuente del canto en dichos grupos. Se cuenta con 72 participantes perfectamente sanos, de 20 a 93 años y hablantes de francés canadiense. Dichos participantes se dividen en tres grupos etarios de los cuales el de 66 a 93 años está compuesto por 7 hombres y 13 mujeres. De estos, 4 hombres y 10 mujeres no cantan nunca, un hombre y una mujer lo hacen ocasionalmente —una vez por semana— y dos mujeres y dos hombres cantan frecuentemente —todos los días—. El estudio declara que el canto sirve para moderar el efecto de la edad sobre la voz en el caso de los cantantes habituales. En concreto se manifiesta que existe significación estadística en el descenso de la media de la frecuencia fundamental y de su dispersión de datos y la elevación del *shimmer* en el grupo que canta. Sin embargo el estudio no proporciona los valores de dichos parámetros aunque la mejoría es importante para que las personas con presbifonía tengan una mayor calidad comunicativa. El estudio concluye que el ejercicio muscular que supone la práctica del canto puede moderar los cambios fisiológicos que ocurren con el envejecimiento y el declive vocal asociado (Lortie *et al.*, 2016).

Stager y sus colaboradores (2020) estudian la práctica de canto coral tradicional como posible herramienta para preservar la salud vocal geriátrica. Este experimento no consiste en una intervención diseñada *ad hoc* sino en una observación a largo plazo de los efectos del canto coral sobre la voz en un grupo de cantantes. Participan 14 cantantes corales de habla inglesa —3 hombres y 11 mujeres de 66 a 81 años— y 4 hombres como grupo control —de entre 71 a 76 años—. Los participantes no tienen ningún tipo de trastorno vocal —ni lesiones, ni problemas de parálisis—, tampoco problemas de reflujo gastroesofágico, ni depresión, ni problemas neurológicos como el Parkinson, ni haber padecido un ictus o un infarto, ni problemas respiratorios, ni tomar medicaciones que afecten a la voz y que tengan un historial médico que certifique su salud vocal. Los participantes intervienen en sesiones semanales de 90 minutos de canto coral dirigidas por un director profesional, aunque todos los participantes experimentales cantan en el coro desde hacía unos 5 años. Se realizan dos evaluaciones, la primera al inicio del experimento y la segunda unos 15 a 18 meses

después y se utilizan análisis perceptuales por parte de un grupo de 48 jueces del programa de máster del Departamento de Ciencias del Habla y la Audición de la Universidad George Washington. Asimismo, todos los participantes son examinados mediante endoscopio flexible y ráfagas estroboscópicas por dos otorrinolaringólogos que evalúan la ausencia o presencia de signos de edad. Un análisis acústico examina parámetros tales como la diferencia en amplitud entre el primer armónico y la amplitud del primer formante; la media de la energía entre los 2 kHz y los 3 kHz; la duración máxima en la producción del sonido [s] frente a la duración máxima del sonido [z]; la presión subglótica en una frecuencia fundamental confortable frente a una frecuencia fundamental elevada; el umbral de la presión fonatoria; el rango de frecuencias que se pueden producir o la relación armónico-ruido. Desde el punto de vista acústico, el efecto del canto resulta significativo en la media de la energía entre los 2 kHz y los 3 kHz, los cantantes presentan una menor cantidad de ruido en la voz —entendiendo por ruido el producto de las turbulencias causadas por el flujo de aire a su paso por la glotis— a diferencia de los participantes del grupo control. Dicho resultado parece implicar un mejor cierre laríngeo. Asimismo también es significativo —aunque en este caso la autora plantea  $p < 0,15$  para estimar la significación— la presión del umbral de fonación —la presión aérea que es necesaria para iniciar la fonación— en los participantes pertenecientes al grupo de cantantes, aunque ninguno de estos parámetros son objeto de análisis en la presente tesis. Las evaluaciones endoscópicas también muestran una menor cantidad de signos de la edad en los cantantes en comparación al grupo control. Se concluye que el canto coral puede ser una herramienta en la preservación de la voz hablada de los sujetos geriátricos. Sin embargo, los investigadores reconocen que las muestras iniciales no se toman en el primer año de participación en el coro sino alrededor del quinto, con las voces ya educadas, y eso quizás tenga influencia sobre la no existencia de diferencias significativas en la mayoría de parámetros analizados (Stager *et al.*, 2020).



En cuanto a los experimentos sobre intervenciones expresamente diseñadas para mejorar la voz presbifónica con voz cantada, el primer estudio — cronológicamente hablando— analiza la efectividad de un aspecto concreto de la técnica de canto de la ópera china —la práctica del ataque duro<sup>25</sup>— sobre la hipoaducción funcional característica de la laringe presbifónica (Zhu *et al.*, 2018). Se cuenta con 22 participantes de entre 60 a 76 años, 10 hombres y 12 mujeres. Los participantes tienen evidencia de hipoaducción funcional con una abertura glótica que se observa por videoestroboscopia. Se descartan a sujetos con una afección que requiera cirugía como nódulos, pólipos, parálisis, etc. El experimento dura 3 meses y cada dos semanas los participantes son examinados por un otorrinolaringólogo. La intervención consiste en técnicas de relajación de la cavidad faríngea y de la musculatura del cuello utilizando incluso masajes y acupuntura. Después practican ejercicios de respiración, de vocalización con sonidos oclusivos glóticos o laríngeos y se les pide producir palabras y frases con esta técnica. Además, los participantes deben dedicar 10 minutos dos veces al día a la tarea de producir sonidos glóticos. Tras cuatro semanas, se les entrena para aplicar lo aprendido en técnica de canto a la producción de palabras y frases. Además, a los participantes se les proporciona información teórica como, por ejemplo, la anatomía del sistema fonador, la fisiología y algunas pautas de higiene vocal. Los métodos de evaluación son de tres tipos, la valoración subjetiva de la voz mediante un cuestionario específico, la valoración de especialistas clínicos y la observación de parámetros acústicos. La autoevaluación y la valoración por parte del especialista clínico obtienen resultados significativos. La frecuencia fundamental, la relación entre armónico y ruido y el tiempo máximo de fonación muestran un aumento estadísticamente significativo en los datos posteriores al experimento. En concreto, la frecuencia fundamental pasa de 200 Hz a 213 Hz, mientras que se observa un descenso asimismo significativo en el *jitter* —con un 0,56 % en las muestras previas al experimento y un 0,49 % en las muestras posteriores— y el *shimmer* —que pasa de 2,07 % en las muestras previas a 1,39 % en las posteriores— (Zhu *et al.*, 2018).

---

<sup>25</sup> El ataque duro consiste en la compresión de los pliegues vocales que aumentan así la resistencia al paso del aire (Cobeta y Mora, 2013: 519).

Moon y sus colaboradores (2020) dirigen un experimento en Seúl con intervenciones de tipo musicoterapéutico, en el que participan 54 mujeres mayores de 65 años, sin problemas vocales, auditivos o visuales y sin entrenamiento previo en voz cantada. Se divide a las voluntarias en tres grupos de 18 participantes de los cuales, uno trabaja con ejercicios de canto terapéutico, otro grupo practica canto coral y el tercer grupo es el control. El experimento tiene una duración de 12 semanas con intervenciones semanales de 80 minutos que consisten en ejercicios de técnica Alexander, que es una técnica de reeducación postural, ejercicios respiratorios de tipo OMREX (cf. § 2.5.1), técnica de musicoterapia neurológica mencionada en un párrafo anterior, ejercicios de *Vocal Intonation Therapy*, técnica de musicoterapia neurológica mencionada anteriormente y, por último, una parte reservada al canto coral. El grupo de canto coral solo canta canciones corales y el grupo de control no recibe tratamiento alguno. El grupo de canto terapéutico muestra diferencias significativas con respecto a los otros dos grupos en el aumento del tiempo máximo de fonación y de la intensidad, en el descenso en la relación entre armónico y ruido, en el aumento de la frecuencia fundamental, en el descenso del *jitter* y en el descenso del *shimmer*. El grupo coral no obtiene significación estadística aunque la frecuencia fundamental se incrementa; el *jitter* se mantiene estable mientras que el *shimmer* muestra una tendencia al descenso. En el grupo de control se observa un descenso de la frecuencia fundamental, aunque sin significación estadística; además se mantiene estable el *jitter* mientras que el *shimmer* aumenta de manera significativa como se evidencia en la tabla 5 (Moon *et al.*, 2020).

Tabla 4. Medias (M) y desviación típica (DT) de la frecuencia fundamental, el *jitter*, el *shimmer* y la intensidad en grupos de musicoterapia, canto coral y grupo control antes y después de la intervención. Adaptado del estudio de Moon y sus colaboradores (2020).

	Musicoterapia				Coro				Control			
	Pre		Post		Pre		Post		Pre		Post	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
<b><i>f<sub>o</sub></i> (Hz)</b>	212	36,1	240	45,7	202	27,9	218	25,1	184	36,2	178	14,3
<b><i>Jitter</i> (%)</b>	0,38	0,18	0,24	0,13	0,43	0,23	0,43	0,31	0,53	0,35	0,53	0,25
<b><i>Shimmer</i> (%)</b>	2,76	2,46	1,62	0,92	2,76	1,33	2,52	0,94	2,41	0,83	2,83	1,19
<b>Intensidad (dB)</b>	65,4	5,34	72,4	5,90	61,9	5,76	64,02	3,46	61,6	5,54	60,04	5,06

A continuación se revisan las intervenciones sobre la disartria hipocinética. El objetivo es determinar si un cambio conductual canalizado por una técnica vocal musical resultaría en una mejora de las características fonatorias de la disartria hipocinética, es decir, si los cambios motores inducidos por la práctica del canto se transferirían a los del habla. De ser así, podría deducirse la modificación morfológica del cerebro ya que disartria hipocinética deriva de un trastorno neurodegenerativo y no de un problema funcional u orgánico.

La mayoría de las intervenciones que incluyen la voz cantada en sus protocolos como forma de conseguir cambios vocales derivados de trastornos neurológicos, se sirven del uso de la práctica de canto grupal o coral. Se acostumbra a distribuir el tiempo dedicado a la intervención en una primera parte en la que se efectúan ejercicios que suelen ser mayoritariamente logopédicos, musicoterapéuticos o una mezcla de ambos y una segunda parte durante la que se ejecutan las prácticas cantadas. En muy raros casos las intervenciones se basan en protocolos completos de canto, es decir, aquellos en los que el inicio de la intervención se basa en ejercicios de canto.

### **2.5.3. Intervenciones en caso de disartria hipocinética**

A partir de la década de 1990 comienza a analizarse si la introducción de prácticas de canto en las intervenciones influyen sobre la voz hablada de las personas con enfermedad Parkinson y en qué medida lo hacen. La mayoría de los estudios analizados examinan junto a aspectos lingüísticos otros de tipo psicológico y emocional. Entre los aspectos lingüísticos analizados destacan la inteligibilidad y la intensidad del habla, aunque, en menor medida, también se investigan, entre otros rasgos, el rango vocal o extensión de la voz, la relación armónico y ruido, el tiempo máximo de fonación, la presión máxima inspiratoria y espiratoria, la calidad de la prosodia, la autopercepción de la calidad de voz o las pausas entre palabras. Estos parámetros no son los examinados en la presente tesis, pero es necesario referirse a ellos, ya que constituyen lo que se conoce hasta la fecha del habla afectada de las personas con Parkinson. En cuanto a los rasgos que se analizan en esta tesis, solo la

frecuencia fundamental, el *jitter* y el *shimmer* han sido investigados en algunos de los estudios previos.

Los aspectos de tipo psicológico y emocional también son examinados en estos estudios, puesto que se consideran los trastornos comunicativos en su conjunto. La comunicación incluye la perspectiva de su relación con aspectos psicológicos del sujeto como la ansiedad, el estrés o la depresión (Clements-Cortès, 2015; Fogg-Rogers *et al.*, 2015). Los aspectos de tipo psicológico quedan fuera del ámbito de estudio de la fonética clínica y, por ello, no se mencionan en la presente tesis.

El diseño de las intervenciones resulta ser un factor determinante para poder clasificar los estudios. Todas las intervenciones aquí revisadas se dividen en dos partes. La primera de las cuales se compone de ejercicios de calentamiento, técnica y entrenamiento vocal y la segunda parte es en la que se produce la práctica del canto. La diferencia principal entre los estudios radica en el tipo de actuaciones que se efectúan en la primera fase de la intervención. La mayoría de los estudios revisados utilizan prácticas provenientes de la logopedia, de la musicoterapia o una mezcla de ambas. Muy pocos estudios cuentan con una fase de entrenamiento vocal fundamentada en los principios de técnica de canto. Asimismo, tampoco se contempla el grado de exigencia.

A continuación se analizan, en primer lugar, los estudios cuyo grupo de experimentación son sujetos diagnosticados con enfermedad de Parkinson. Dado que el desarrollo de la enfermedad de Parkinson está directamente relacionado con la edad del sujeto, resulta indispensable conocer, por un lado, si la práctica del canto habitual —tanto de tipo profesional como aficionado— tiene algún efecto sobre la voz de los sujetos pertenecientes a ese mismo grupo etario, ya que la voz se modifica con la edad, y en qué medida la práctica incide sobre ella. Por otro lado, es necesario analizar los estudios existentes en los que se realizan intervenciones con voz cantada en sujetos presbifónicos para observar qué efectos se observan en dichas intervenciones. Por ello, el último apartado de este capítulo se destina a la voz presbifónica.

Para una mayor claridad, los estudios sobre personas con Parkinson se subdividen en cinco tipos de estudios, tal como se detalla en los apartados siguientes. Los tres primeros tienen en común que la fase final de la intervención es una práctica cantada, si bien difieren en la fase de entrenamiento, ya que unos utilizan ejercicios exclusivamente logopédicos, otros musicoterapéuticos y otros usan una combinación de ambos. El cuarto se basa en una intervención completamente coral y el último tipo en intervenciones consiste exclusivamente en técnica de canto solista.

### **2.5.3.1. Intervenciones para disartria hipocinética con entrenamiento vocal logopédico y práctica cantada**

Existen algunos trabajos que analizan los efectos que un protocolo de entrenamiento vocal basado en ejercicios de índole logopédica seguido de la práctica de canto pueden tener sobre la disartria hipocinética. Los ejercicios logopédicos pueden consistir en actuaciones logopédicas de tipo tradicional o según los protocolos del método *Lee Silverman Voice Treatment (LSVT®)*. En ocasiones, las intervenciones son dirigidas por logopedas, pero, a veces, por investigadores que, sin ser logopedas, utilizan técnicas logopédicas, o actúan con protocolos diseñados por logopedas o son supervisados por profesionales de la logopedia.

El *Voice and Choral Singing Treatment (VCST)* es el ejemplo de protocolo logopédico con canto coral que se diseña para personas con Parkinson. Los participantes son 13 hombres y 7 mujeres, hablantes de lengua italiana, de una media de edad de 66 años y con un grado 2 de severidad como media según la escala Hoehn y Yahr<sup>26</sup>. Las sesiones son dirigidas por un logopeda que también es cantante coral. El protocolo consiste en un programa combinado de 20 horas de logopedia —dos sesiones de una hora por semana— y 26 horas de canto coral —una sesión de dos horas por semana—. Se realizan valoraciones previas de tipo otorrinolaringológico sobre la simetría, amplitud y regularidad de la vibración de los pliegues vocales, sobre el cierre glótico y su configuración, sobre las funciones fonorrespiratorias como el tiempo máximo de fonación; análisis acústicos sobre los rasgos de frecuencia fundamental, porcentaje de variación de la frecuencia fundamental o curva melódica,

---

<sup>26</sup> La descripción completa de los estadios de afectación de la escala de Hoehn y Yahr se puede consultar en el primer apartado del capítulo correspondiente a la metodología (cf. § 3.1).

el *jitter*, el *shimmer*, la frecuencia del temblor o la amplitud del temblor y, por último, valoraciones de tipo perceptual efectuadas por cuatro jueces como la fatiga vocal y la curva melódica del habla. Tras la intervención, se observan mejoras estadísticamente significativas en la capacidad funcional residual —la cantidad de aire residual que queda en los pulmones tras una espiración— en la presión máxima inspiratoria y en la espiratoria, que sirve para medir la fuerza de los músculos respiratorios, en el tiempo máximo de la fonación de una vocal mantenida, que se traduce en un aumento de la duración de las frases y menos pausas. Asimismo, resultan significativas las valoraciones perceptuales. Ninguno de estos parámetros es analizado por la presente tesis. Sin embargo, los cambios observados por los análisis acústicos no presentan significación estadística a pesar de que la frecuencia fundamental previa al experimento obtuvo 194 Hz ( $\pm 60,2$  Hz) y la posterior al mismo 172 Hz ( $\pm 56,2$  Hz) (di Benedetto *et al.*, 2009).

Evans y sus colaboradores proponen un experimento con personas con Parkinson en el que un profesor de canto dirige la intervención. El experimento cuenta con 17 participantes, 11 hombres y 6 mujeres, de entre 48 a 81 años que deben dominar el inglés como para poder leer palabras o canciones en dicha lengua. Las sesiones son quincenales, duran 2 horas, grupales y el estudio es de tipo longitudinal de 2 años de duración. No existe grupo de control porque no se considera adecuado pedir a algunos participantes que se dejen analizar sin ofrecerles a cambio una terapia. Sin embargo, el profesor de canto estudia el protocolo LSVT® y adapta los ejercicios de canto a dicho protocolo con la finalidad de buscar un mejor control vocal, una dicción más clara y un sonido más vibrante y, además, corregir la postura y el apoyo respiratorio. Es decir, no utiliza ejercicios de canto típicos sino basados en el protocolo logopédico LSVT®. La evaluación de los resultados se realiza mediante un test perceptivo valorado por dos logopedas y un test de calidad de vida relacionada con la voz efectuado por los propios participantes. La frecuencia fundamental obtiene una mejoría estadísticamente significativa de 0,8 puntos sobre 9 tras la intervención. Sin embargo, otros parámetros perceptuales estudiados como la respiración, la relajación mandibular o la inteligibilidad no presentan mejoría significativa tras la intervención,

aunque se puede destacar que tampoco empeoran durante el período de tiempo que dura el experimento (Evans *et al.*, 2012).

Por su parte, Tanner (2012) considera que un acercamiento exclusivamente de canto coral no supone la mejor opción para producir mejoras en los cambios físicos de las destrezas motoras vocales de la población de Parkinson. Por eso, en su tesis doctoral en la Universidad de Alberta presenta un protocolo diseñado para mejorar la voz de las personas con Parkinson basado en un protocolo de ejercicios vocales y canto coral. En el protocolo se mezclan las actividades cantadas con la ejercitación vocal que se desarrolla en el método LSVT®. El grupo de participantes está formado por 28 sujetos —14 hombres y 14 mujeres— de entre 64 a 74 años y hasta grado 3 de severidad en la escala Hoehn y Yahr. Se subdividen en 4 grupos de 7 participantes, participan en 6 sesiones de 90 minutos —una por semana— de terapia vocal que se centran en ejercitar la frecuencia fundamental, el rango vocal, la intensidad, el apoyo respiratorio, los movimientos faciales y la resonancia. Después se separan en dos grupos de 14 sujetos —7 hombres y 7 mujeres— que durante 90 minutos semanales practican canto coral.

Justifica la utilización de la técnica de canto coral porque la modalidad de canto en grupo anima a intervenir en las sesiones, ya que la voz de cada participante se mezcla con las del resto y eso permite el uso de una intensidad vocal mucho más elevada que en el caso del trabajo individual. La intensidad vocal alta resulta ser bastante efectiva para la mejoría de la disartria, la disfemia o la disfagia (Kalinowski y Saltuklarglu, 2003; Tanner-Semple *et al.*, 2005). Se les proporciona, además, archivos de audio y vídeo con canciones y ejercicios para facilitarles la práctica en casa, si lo desean, aunque es imposible conseguir un compromiso en este sentido. El experimento dura 6 semanas, es decir, 12 sesiones en total y la propia investigadora dirige las intervenciones. Se realiza una valoración perceptual por parte de dos logopedas con experiencia en voz mediante un cuestionario al efecto; los participantes también realizan sus propias valoraciones sobre la calidad de vida relacionada con la voz. Por otro lado, se efectúa un examen acústico analizando la frecuencia fundamental y su rango vocal además de su variación o curva melódica, la intensidad y el tiempo máximo de fonación tanto en lectura como en conversación. La frecuencia

fundamental en los textos leídos presenta un aumento estadísticamente significativo de 4,8 Hz entre las tomas previas y posteriores al experimento —155 Hz ( $\pm$  31,9 Hz) para las muestras anteriores al experimento y 160 Hz ( $\pm$  32,3 Hz) para las muestras posteriores al mismo—. En cambio no se encuentran mejoras significativas en la frecuencia fundamental del habla en conversación —48 Hz ( $\pm$  29,8 Hz) para las muestras anteriores al experimento y 151 Hz ( $\pm$  31,6 Hz) para las muestras posteriores al mismo—. También resultan significativos el incremento de la curva melódica, el aumento en la intensidad (con una media de 7,1 dB) y los valores en la inteligibilidad analizados por mediante el test *Speech Intelligibility Inventory: Self-Assessment Form* (Tanner, 2012; Tanner *et al.*, 2015), aunque ni la intensidad ni la inteligibilidad son rasgos que se analicen en la presente tesis.

Otro trabajo sobre el canto coral y el Parkinson es el de fin de máster de Paronen y Vuomajoki en la Universidad de Tampere, en Finlandia, con la colaboración de la Asociación Finesa de Parkinson. Se reclutan 16 participantes, —9 hombres y 7 mujeres— de entre 53 a 82 años y de entre 1 a 4 grados de severidad según la escala de Hoehn y Yahr. Las sesiones duran 90 minutos, con una periodicidad de una vez a la semana mantenidas durante 8 semanas. El tiempo de las sesiones se reparte entre calentamientos vocales seguidos de ejercicios vocales y canto coral. Las intervenciones están dirigidas por una estudiante de pedagogía musical con 20 años de experiencia en dirección de coros ayudada por una estudiante de logopedia y supervisada por dos logopedas expertos y un profesor de música. Se pide a los participantes que usen la voz con alta intensidad según los principios de la técnica LSVT® y que integren a la vez grandes movimientos corporales y diferentes emociones a los ejercicios cantados. También se les proporciona un CD y ejercicios escritos para que practiquen en casa. Los participantes relatan que los síntomas vocales mejoran tras la intervención y la autopercepción de la mejora de la calidad vocal presenta significación estadística. La intensidad mejora de manera significativa, alrededor de unos 6 dB de media. También mejora de manera significativa el tiempo máximo de fonación. En cambio, la media de la frecuencia fundamental de lectura no muestra significación ni en el grupo de hombres —131 Hz ( $\pm$  8 Hz) para las muestras previas al experimento y 126 Hz ( $\pm$  14 Hz) para las muestras posteriores al mismo— ni en el de mujeres —179 Hz ( $\pm$  23 Hz) para



las muestras previas al experimento y 176 Hz ( $\pm$  21 Hz) para las muestras posteriores— (Paronen y Vuomajoki, 2019).

Por último, un estudio que se realiza en la Universidad de Finlandia del Este bajo un programa multidisciplinar organizado por la Universidad de Tampere y relacionado con la rehabilitación de las voces de personas afectadas con Parkinson es el trabajo de fin de máster de Hyppönen (2020). Se analiza la influencia de una intervención de canto en las voces de dichas personas. Para ello se selecciona a 15 sujetos, ocho hombres y siete mujeres de 54 a 83 años y con un grado de severidad de entre 1 a 4 de la escala de Hoehn y Yahr. Ocho de los participantes cuentan con experiencias previas en canto. La intervención consiste en ocho sesiones grupales semanales de 90 minutos. Combina la terapia vocal basada en el protocolo de LSVT® y el canto. Una estudiante de pedagogía musical —con 20 años de experiencia en dirección de coros— lo dirige. Las sesiones comienzan con unos minutos de conversación y la contestación de un cuestionario sobre el estado de la voz y el estado emocional; después se efectúa una fase de ejercicios posturales y otra de canto grupal y tras la sesión se vuelve a contestar al cuestionario sobre voz y estado emocional. Durante la fase de canto, además, se pide a los participantes que canten aplicando diferentes emociones a la voz y un sonido con mayor intensidad al estilo de lo que se diseña en el experimento anterior (Paronen y Vuomajoki, 2019). Además, se les proporciona un CD con audios e instrucciones por escrito para que practiquen en casa. Los participantes deben leer el texto “El viento norte y el sol” antes y después de la intervención con una lectura normal y con una lectura *emocional*, es decir, utilizando un tipo de voz similar a la de un actor. Se observan cambios estadísticamente significativos en parámetros que no son objeto de la presente tesis como la amplitud de los armónicos inferiores a 1 kHz —aunque otros parámetros que se relacionan con dicha amplitud en los armónicos bajos, como son la relación entre armónico y ruido o la intensidad, no presentan cambios significativos.

La frecuencia fundamental del grupo completo no obtiene significación estadística en ninguno de los casos —con una media de 150 Hz ( $\pm$  20,4 Hz) en las tomas previas de lectura natural y relajada y 150 Hz ( $\pm$  21,1 Hz) en las tomas posteriores en lectura natural y, por otro lado, con 160 Hz ( $\pm$  29,9 Hz) en las tomas

previas de lectura emocional y 166 Hz ( $\pm 30,4$  Hz) en las tomas posteriores de lectura emocional—. Sin embargo, solo el grupo masculino y en la lectura de tipo emocional se observa un efecto de la intervención (Hyppönen, 2020).

### **2.5.3.2. Intervenciones para disartria hipocinética con entrenamiento vocal musicoterapéutico y práctica cantada**

La mayor cantidad de estudios corresponden a aquellos cuyas intervenciones consisten en un protocolo que comienza con ejercicios de entrenamiento vocal de tipo musicoterapéutico en los que ya se incorporan elementos de entonación y ritmo muy específicos como, por ejemplo, vocalizaciones cantadas y que termina con la práctica de canto.

El protocolo *Music Therapy Voice Control* (MTVP) supone el primer intento de diseño de una metodología de actuación musicoterapéutica específicamente creada para tratar la disartria hipocinética. Desarrollado por Haneishi (2001) para un grupo de 4 mujeres de habla inglesa con enfermedad de Parkinson, con edades comprendidas entre 67 a 77 años y con diversos grados de severidad según la escala de Hoehn y Yahr. El protocolo consiste en intervenciones individuales de unos 60 minutos de duración que comienzan con unos minutos de automasaje facial, siguen ejercicios respiratorios abdominales, bostezos y vocalizaciones en una frecuencia fundamental cómoda para mejorar el rango vocal, la resonancia y la habilidad articulatoria. Después se pasa a cantar algunos fragmentos musicales —como arias de ópera— seleccionados según el nivel de la voluntaria y que deben simplificarse y adaptarse tanto en tono como en ritmo a las necesidades de la voluntaria, por ejemplo, cambiando el ritmo, trasponiendo la tonalidad o prescindiendo de la letra original. Finalmente, la voluntaria canta dos o tres canciones seleccionadas según sus preferencias. Siguen unos 15 minutos de ejercicios de voz hablada y unos minutos finales para hacer una evaluación de la sesión y unas recomendaciones para la mejoría de la voz. Las voluntarias son de habla inglesa y se realizan 12 sesiones en un mes a razón de tres sesiones semanales. Se analiza la inteligibilidad mediante el test *Speech Intelligibility Inventory: Self-Assessment Form* —inventario de inteligibilidad del habla: formulario de autoevaluación— que debe ser contestado antes y después del experimento tanto por

la participante como por su cuidador. La evaluación positiva de los cuidadores obtiene significación estadística aunque las participantes no perciben tal mejoría, es decir, que los cuidadores observan una mejoría en la inteligibilidad mayor que la que perciben las propias participantes. Por último, se examinan algunos rasgos acústicos con el programa informático *MultiSpeech* de los cuales solo la intensidad resulta estadísticamente significativa incrementándose en 10 dB —pasando de 74 dB y 4,04 de desviación típica a 84 dB y 7,99 de desviación típica— mientras que la frecuencia fundamental muestra una tendencia a aumentar —156 Hz y desviación típica de 27,03 antes de las intervenciones y 164 Hz y desviación típica de 12,17 después de las intervenciones—, pero no estadísticamente significativa (Haneishi, 2001).

El primer estudio con sujetos hablantes de español como primera lengua es un trabajo de fin de máster de Pérez-Delgado en la Universidad Estatal de Florida que revisa la efectividad de la *Music Therapy Voice Control* (MTVP) de Haneishi (2001) en la inteligibilidad y el estado emocional de seis personas con Parkinson —4 hombres y 2 mujeres— pertenecientes a la Asociación de Parkinson de Puerto Rico. Los participantes tienen edades comprendidas entre los 65 y los 73 años. La musicoterapeuta asiste a los hogares de cada sujeto para que efectúen las sesiones. Todos realizan 12 sesiones de 40 minutos de duración, cuatro días consecutivos por semana durante tres semanas. Las sesiones se inician con 3 minutos de conversación, 3 minutos de ejercicios respiratorios, 3 minutos de vocalizaciones y 20 minutos de canto y se finalizaban con 8 minutos de revisión de ejercicios y 3 minutos nuevamente de conversación. Los resultados revelan que aumenta la valoración de la inteligibilidad según la estimación de la investigadora, el sujeto y el cuidador (Pérez-Delgado, 2007) aunque estos parámetros no se analizan en la presente tesis.

Azekawa dirige en 2011 un experimento para su trabajo de fin de máster en la Universidad Estatal de Colorado con un protocolo diseñado por ella y al que llama *Music Therapy Protocol for Hypokinetic Dysarthria* (MTPHD). Este protocolo es una mezcla de las técnicas del canto terapéutico propuestas por Thaut (2005) —en concreto, utiliza la *Vocal Intonation Therapy* y el *Therapeutic Singing*— (cf. § 2.5.1). Los participantes son 5 personas de habla inglesa —tres hombres y dos mujeres— de edades comprendidas entre 57 a 81 años con una media de edad de 70 años y con un

grado de entre 1 a 3 de severidad según la escala de Hoehn y Yahr, siendo la media de 2,6. El experimento consiste en seis semanas de sesiones de musicoterapia de 50 minutos de duración, grupales y semanales. Las sesiones comienzan con cinco minutos de ejercicios de estiramientos de cuello, hombros y musculatura bucofacial acompañados de música como escalas ascendentes o descendentes. Continúan unos 15 minutos de calentamiento vocal con ejercitación sobre la frecuencia fundamental; 10 minutos más trabajando con vocalizaciones y canciones elegidas por los participantes y con su letra para mejorar la articulación; 10 minutos más de entrenamiento respiratorio y cinco minutos finales de estiramientos musculares. Se evalúa el *jitter*, el *shimmer*, la relación entre armónico y ruido, el control articulatorio mediante el análisis de los dos primeros formantes<sup>27</sup> y la inteligibilidad mediante el análisis de la frecuencia fundamental del habla y el número y la duración de las pausas dentro de las palabras y entre distintas palabras. Asimismo, un logopeda experto valora la cantidad de palabras discernibles. Resultan significativos solo los cambios en la inteligibilidad, en el número de pausas tanto dentro de las palabras como entre las palabras y en la frecuencia fundamental del habla que pasó de presentar una media de 150 Hz —y una desviación típica de 34,2— en las muestras previas a la intervención a 164 Hz —y una desviación típica de 29,4— en las muestras posteriores. Ni el *jitter* ni el *shimmer* muestran cambios significativos a pesar de que el *jitter* expone un descenso en las muestras posteriores a la intervención bajando de 0,87 % en las previas a 0,74 % en las posteriores y el *shimmer* presenta un incremento en las muestras posteriores ascendiendo de 6,7 % en las muestras previas frente a 8,4 % en las muestras posteriores. Este estudio se publica posteriormente, en 2017, junto a Lagasse (Azekawa, 2011 y Azekawa y Lagasse, 2017).

Elefant y sus colaboradores desarrollan un estudio en Noruega en el que se investiga el efecto de una sesión de canto de tipo musicoterapéutico en grupo sobre el habla y los síntomas depresivos de 10 participantes con Parkinson —3 mujeres y 7 hombres— de entre 55 a 84 años y con un grado de entre 2 y 3 de la escala Hoehn y

---

<sup>27</sup> Los formantes son las cualidades acústicas aportadas por las cavidades del tracto vocal, que modifican el sonido de la fuente y que caracterizan el timbre de cada sonido, sea vocal o consonante (Gil, 2007). Los formantes más bajos, es decir, el F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub>, son los más sensibles a las modificaciones del tracto vocal mientras que los formantes más altos constituyen la *cualidad de la voz* (Sundberg, 2013).

Yahr. Los participantes reciben sesiones de una hora de duración, una vez por semana durante 20 semanas consecutivas. La intervención consiste en ejercicios respiratorios, ascensos y descensos de frecuencia fundamental en una zona cómoda de la voz y en cantar de 3 a 5 canciones junto al musicoterapeuta. Se efectúa el análisis de la mediana de la frecuencia fundamental y de la intensidad antes y después de la intervención. La mediana de las muestras previas de la frecuencia fundamental resulta ser de 141 Hz —con desviación típica de 17,2— y la mediana posterior de 145 Hz —con desviación típica de 18,9— y la intensidad presenta 47 dB antes de la intervención —con desviación típica de 3,1— y 48 dB —con desviación típica de 2,2— después de la intervención. No obstante, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas ni en la frecuencia fundamental ni en la intensidad (Elefant *et al.*, 2012).

Otro diseño de protocolo de tipo musicoterapéutico es el *Group Music Therapy Voice Protocol* —Protocolo de Musicoterapia Vocal Grupal— elaborado por Yinger y Lapointe (2012). Consiste en calentamientos musculares corporales, ejercicios respiratorios, ejercicios de habla, calentamientos de voz cantada y ejecución de diversas canciones. Cuenta con 10 sujetos —7 hombres y 3 mujeres— de entre 59 a 84 años con Parkinson y que reciben dos sesiones semanales grupales de 50 minutos cada una durante 6 semanas. En este estudio se analiza la frecuencia fundamental de hombres y mujeres por separado ya que es un rasgo de dimorfismo sexual. En el caso de los 7 participantes masculinos, la frecuencia fundamental en lectura se mantiene en 138 Hz en las muestras previas y posteriores a la intervención —25,8 de desviación típica en las muestras previas y 25,6 en las posteriores—. En cambio, la frecuencia fundamental en conversación aumenta de 139 Hz —28,2 de desviación típica— en muestras previas a la intervención frente a 143 Hz —31,7 de desviación típica— en las posteriores. En cuanto a las 3 participantes femeninas, la frecuencia fundamental en lectura pasa de 208 Hz previos a la intervención —25,6 de desviación típica— a 201 Hz posteriores —122 de desviación típica— y en conversación de 200 Hz previos a la intervención —33,4 de desviación típica— frente a 212 Hz posteriores —29,8 de desviación típica—. Es decir, para los participantes masculinos, la frecuencia fundamental en lectura se mantiene mientras que para las femeninas, desciende. La frecuencia fundamental en conversación aumenta para todos los participantes. No se

encuentran diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia fundamental. Tampoco en la intensidad de la voz hablada tras la terapia. En cambio, sí se encuentran diferencias significativas en la intensidad de la voz en lectura de texto —49 dB con una desviación típica de 5,2 en las muestras previas y 55 dB y una desviación típica de 6,01 en las muestras posteriores al desarrollo del experimento— (Yinger y Lapointe, 2012).

El estudio de Stegemöller y sus colaboradores (2016) analiza el efecto del canto en la voz, el control respiratorio y la calidad de vida de 27 participantes de habla inglesa de una media de edad de 67 años. Un grupo de 18 participantes —con un 39 % de hombres— asisten a una hora semanal de canto grupal durante ocho semanas y otro grupo de 9 participantes —con un 33 % de hombres— asisten dos veces por semana a razón de una hora cada sesión durante esas mismas ocho semanas. Las intervenciones de canto las dirigen musicoterapeutas y comienzan con ejercicios vocales que abarcan aspectos como el apoyo respiratorio, la frecuencia fundamental, la articulación, la resonancia y la intensidad y finalizan con canto grupal de canciones familiares para los participantes. Los resultados no ofrecen diferencias entre el grupo que trabaja más intensivamente y el que trabaja menos. Ambos grupos mejoran significativamente el control respiratorio. Sin embargo, no ocurre lo mismo con la intensidad ni con la calidad de vida ni con el rango vocal que permanecen sin cambios significativos (Stegemöller *et al.*, 2016).

Una réplica del experimento de 2017 de Azekawa y Lagasse es el trabajo de fin de máster de Philippe en la Universidad Estatal de Colorado. Los participantes son 15 hombres y 2 mujeres de una media de 66 años de edad, hablantes de inglés y con un grado de severidad de Parkinson de entre 1 a 3 en la escala Hoehn y Yahr. Los ejercicios aplicados son los que componen el *Music Therapy Protocol for Hypokinetic Dysarthria (MTPHD)* junto a ejercicios de movilización respiratoria y motora —OMREX<sup>28</sup>—. Las sesiones son semanales y grupales, tienen una duración de 50 minutos y el experimento dura 6 semanas. Son dirigidas por un musicoterapeuta certificado con experiencia en musicoterapia neurológica. Se examinan algunos aspectos que no son objeto del presente estudio tales como la relación armónico-ruido, las pausas entre palabras y los dos primeros formantes. Asimismo se analiza el *jitter* y el *shimmer*

---

<sup>28</sup> Un protocolo respiratorio creado dentro de la disciplina de musicoterapia neurológica (Thaut y Hoemberg, 2014).

y se observa que tras la intervención, el valor de *jitter* baja sensiblemente —de 0,49 % y 0,58 de desviación típica a 0,33 % y 0,75 de desviación típica—, aunque no obtiene significación estadística. En cambio, el valor de *shimmer* sí baja de manera estadísticamente significativa —de 4,84 % y 4,04 de desviación típica a 2,3 % y 3,49 de desviación típica— (Philippe, 2020).

### **2.5.3.3. Intervenciones para disartria hipocinética con entrenamiento vocal interdisciplinar y práctica cantada**

Bajo el término *interdisciplinar* se hace referencia a aquellos diseños cuya primera fase de entrenamiento vocal consiste en un protocolo mixto de logopedia y musicoterapia o canto y la segunda fase se realiza sobre la práctica del canto.

Cronológicamente, la primera vez que se incluye a participantes con enfermedad de Parkinson en un experimento es en 1993, en un estudio de tipo mixto —con un protocolo de intervención mitad logopédico y mitad musicoterapéutico— basado en los resultados de la tesis de Cohen (1991)<sup>29</sup>. El estudio de 1993 incluye a sujetos con infarto cerebral, con esclerosis múltiple, con parálisis cerebral y con Parkinson. El grupo total de participantes está constituido por 32 participantes. Seis de ellos con edades comprendidas entre 26 a 50 años, 16 participantes de entre 51 a 75 años y 10 más con edades por encima de los 76 años, todos de habla inglesa y sin especificación de sexos. Las investigadoras —una musicoterapeuta y la otra logopeda— dirigen la investigación y se trabaja por separado con los dos aspectos que conforman el canto, la entonación y el ritmo. El protocolo de intervención es una versión modificada del protocolo de Lucia para los afectados con un trauma cerebral omitiéndose la parte del ejercicio físico. Los participantes se dividen en tres grupos. Uno de ellos se ejercita solo con ejercicios basados en patrones rítmicos con sílabas, palabras, frases, refranes y letras de canciones y en el que se incluye un sujeto con Parkinson. Otro de los grupos trabaja con ejercicios de respiración, de vocalización y con canto coral e incorpora a tres sujetos con Parkinson. El último grupo es el de control y en él se incluye el último de los sujetos con Parkinson que participa. En total

---

<sup>29</sup> El grupo de experimentación en la tesis de Cohen de 1991 está formado por sujetos con problemas de producción del habla derivados de deterioro neurológico tales como lesiones cerebrales provenientes de un trauma o accidentes cerebrovasculares (apraxia, afasia y disartria).

intervienen 5 sujetos con Parkinson. La duración del experimento es de nueve semanas y asisten a dos sesiones de media hora por semana. Se utiliza un sistema de valoración computerizada para la evaluación de la inteligibilidad, el *The Computerized Assessment of Intelligibility of Dysarthric*, o valoración computerizada de inteligibilidad en la disartria, y se registra que la inteligibilidad mejora hasta un 21 % en el grupo que trabaja con ejercicios melódicos a diferencia de los otros dos grupos que experimentan un empeoramiento de un 5 %. La diferencia entre los grupos resulta significativa. Sin embargo, en cuanto a la velocidad del habla, el estudio observa una mejoría con respecto a la media normativa establecida por el *Computerized Assessment of Intelligibility of Dysarthric Speech*. Esta herramienta establece una media de 190 palabras por minuto. El grupo de canto produce 23 palabras por encima de la media y el grupo rítmico, 21 palabras por encima de la media mientras que el grupo de control disminuye dos palabras por debajo de la media. La diferencia entre los grupos no resulta significativa pero el tipo de trastorno neurológico sí influye de manera significativa en los resultados de este parámetro. Los trastornos neurodegenerativos —enfermedad de Parkinson y esclerosis múltiple— muestran una peor respuesta al tratamiento, aunque los autores justifican este resultado teniendo en cuenta que el deterioro en este tipo de trastorno es la consecuencia previsible de la enfermedad. El simple mantenimiento de los resultados, es decir, que el participante no mejore pero que tampoco empeore, puede suponer un resultado positivo. Los investigadores observan, además, que el grupo que trabaja con ejercicios melódicos incrementa su rango vocal y que ambos grupos de tratamiento experimentan un incremento en la intensidad vocal, aunque estos resultados no forman parte de dicho estudio (Cohen y Masse, 1993).

En un trabajo de fin de máster en la Universidad de Florida, Funderburke diseña un protocolo de intervención llamado *Interdisciplinary Choral Singing Therapy* —Terapia Interdisciplinar de Canto Coral—. En dicho protocolo se busca la mezcla de técnicas vocales adaptadas del LSVT®, que trabaja aspectos como la frecuencia fundamental, la coordinación respiratoria y la articulación y la resonancia, con las técnicas de la musicoterapia. Primeramente se inicia el entrenamiento con ejercicios no cantados y luego se pasa al canto coral con canciones de melodía y ritmo muy



sencillos. En el estudio participan 3 hombres con Parkinson de entre 67 y 85 años y con un grado de severidad entre 2 a 3 en la escala de Hoehn y Yahr. Las sesiones son grupales de una hora semanal durante ocho semanas y la intervención consiste en ejercicios vocales no cantados y canto coral. A los participantes se les proporciona un CD con los ejercicios y las canciones de la intervención para que practiquen en casa. En este estudio se observa un incremento significativo del tiempo máximo de fonación, de la intensidad y de la presión máxima espiratoria. También se analizan otros factores como la influencia del canto sobre la disfagia o la autopercepción de la calidad de vida relacionada con la voz, aunque estos factores no son analizados en la presente tesis (Funderburke, 2012).

Otro experimento interdisciplinar es el de Tamplin y sus colaboradores sobre la intensidad de la voz y la calidad de vida relacionada con la mejora de la voz. Se recluta a 75 participantes de habla inglesa (61 % fueron hombres) con una media de 74 años de edad y de entre 2 a 3 grados de severidad en la escala de Hoehn y Yahr. Los participantes se dividen en dos grupos; uno de ellos acude dos veces semanalmente a las sesiones, el otro participa de manera mensual. También se incluyen dos grupos control, uno semanal y otro mensual. Un musicoterapeuta y logopeda dirigen las intervenciones. El estudio dura 3 meses. El protocolo comienza con 30 minutos de ejercicios hablados sobre control respiratorio, intensidad vocal y extensión de rango vocal, seguidos de una hora de canto y finalizando con otros 30 minutos de conversación e interacción social. Los grupos de control practican actividades como pintura, baile y taichi. Los resultados se comparan entre los grupos semanales y mensuales y también con los grupos controles. Se observa un aumento significativo de la intensidad en los grupos experimentales mostrando una mayor mejora vocal los participantes semanales que los mensuales tanto en el caso de las muestras tomadas con intensidad alta de habla como con intensidad confortable para el participante. Los resultados en los participantes semanales son 86,7 dB y 5,7 de desviación típica en el caso de las muestras previas al experimento y 90,8 dB y 8,9 de desviación típica en las muestras posteriores con intensidad alta de habla y para el caso de intensidad cómoda los resultados son 64,1 dB y 4,5 de desviación típica en el caso de las muestras previas al experimento y 68,8 dB y 5,4 de desviación típica en las muestras posteriores. En el

caso de las sesiones mensuales, las muestras previas al experimento presentan unos resultados de 81,9 dB y 9,9 de desviación típica para las muestras previas al experimento y 81,1 dB y 11,3 de desviación típica en las muestras posteriores para la intensidad alta de habla y para la intensidad cómoda los resultados son 61,2 dB y 10,5 de desviación típica en las muestras previas al experimento y 62,3 dB y 8,2 de desviación típica en las posteriores. También existe mejora significativa en la presión máxima espiratoria y en la calidad de vida relativa la voz (Tamplin *et al.*, 2019).

Como ejemplo de intervención interdisciplinar de logopedia y canto, la tesis doctoral de York en la Universidad de Miami que reúne a tres participantes con Parkinson —dos hombres y una mujer— con edades de entre 58 a 78 años. En el estudio no se especifica el grado de severidad de la enfermedad. Reciben 9 sesiones de canto individuales de una hora dos veces por semana. Sin embargo, las intervenciones no se basan por completo en técnicas de canto clásico sino la mayoría de ejercicios son de tipo logopédico. Se trata de estiramientos corporales, ejercicios respiratorios y vocalizaciones provenientes de otras técnicas recomendadas por investigadores expertos en voz pero que no son profesores de canto tales como Titze —científico de la voz—, Sataloff —otorrinolaringólogo—, Ramig o Hixon —logopedas— etc. Los últimos 20 minutos se dedican a cantar una canción elección del participante. Los resultados se analizan de manera individual para cada participante (véase la tabla 2).

Tabla 5. Medias de cada participante antes y después de las intervenciones de los parámetros de *jitter*, *shimmer* e intensidad. El investigador no proporciona las medidas de desviación típica ni la significación estadística (adaptado de York, 2020).

	<i>Jitter</i> (%)		<i>Shimmer</i> (%)		Intensidad (dB)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
<b>Participante A</b> <b>Mujer de 75 años</b>	1,04	0,88	3,00	2,32	59,6	60,5
<b>Participante B</b> <b>Hombre de 73 años</b>	3,37	2,59	6,49	4,94	57,8	61,2
<b>Participante C</b> <b>Hombre de 58 años</b>	1,88	1,12	4,62	3,68	62,4	64,9

Se observa una reducción en la media de los parámetros de *jitter* y *shimmer* de todos los participantes así como un incremento en la intensidad. No se proporcionan datos acerca de la significación estadística de estos resultados. El participante C comienza a recibir sesiones del protocolo LSVT® a mitad del experimento, así pues no se puede asegurar si ese hecho influye sobre las tres últimas sesiones (York, 2020).

#### **2.5.3.4. Intervenciones para disartria hipocinética con técnica completa de canto coral tradicional**

Solo se encuentra un estudio en el que se utiliza la técnica de canto coral tradicional tanto en la fase de entrenamiento vocal como en la de práctica. Un logopeda experto en Parkinson dirige el estudio. Se trata del estudio de Shih y sus colaboradores (2012) que convocan un experimento basado en sesiones semanales de canto coral tradicional. En este caso, tanto la fase de entrenamiento vocal como la práctica vocal se realizan siguiendo protocolos pertenecientes al canto coral tradicional. El grupo experimental se compone de 11 hombres y 2 mujeres con Parkinson, de habla inglesa, de una media de edad de 66 años y con un grado de severidad de la enfermedad de 1 a 5 en la escala Hoehn y Yahr —cuya media fue de 2,2—. Asisten a sesiones de 90 minutos de duración y reciben material como partituras y grabaciones para que también practiquen en casa. La intervención comienza con 10 minutos de estiramientos musculares, otros 10 minutos de ejercicios respiratorios y vocales y 70 minutos de canto coral con canciones populares. El experimento dura 12 semanas y se valora el resultado, primero, una semana después de la intervención y 12 semanas después de la intervención. Se analizan parámetros como la intensidad, el tiempo máximo de fonación, la frecuencia fundamental en conversación o el rango vocal. También se realizan análisis perceptivos por parte de un logopeda experto. No se encuentran resultados estadísticamente significativos en la frecuencia fundamental o en la intensidad del habla ni al cabo de la semana ni después de 12 semanas tras la intervención (Shih *et al.*, 2012).

### **2.5.3.5. Intervenciones para disartria hipocinética con técnica completa de canto solista**

Existen solo dos estudios en los que la intervención se basa en la enseñanza de técnica de canto solista tradicional tanto en la parte del entrenamiento como en la de práctica. Tanner y sus colaboradores (2005) abordan un experimento piloto sobre la enfermedad de Parkinson y la voz cantada en el que las intervenciones son individuales y dirigidas por un cantante y profesor en activo con algunos conocimientos previos de técnica LSVT®. Dicho profesor aplica una técnica de canto dirigida a conseguir una calidad de voz de manera que se escuche lo más lejos posible con el menor esfuerzo posible. No se ciñe a un protocolo sistematizado de ejercicios diseñados específicamente para Parkinson, sino que utiliza un conjunto muy amplio de ejercicios que se adaptan a las necesidades del aprendiz de canto —como son ejercicios de respiración, de fonación y de resonancia—. El grupo experimental se compone de 5 hombres y 2 mujeres y las sesiones de 45 a 60 minutos se convocan 3 veces por semana durante 6 semanas que dura el experimento. Solo se encuentran cambios significativos en el rango vocal. El tiempo máximo de fonación, la intensidad o la inteligibilidad percibida por las propias participantes muestran cambios, aunque no son significativos. Los participantes reportan mejorías anecdóticas en la tos, el tartamudeo o disfemia, la disfagia, las expresiones faciales y la participación en conversaciones sociales (Tanner-Semple *et al.*, 2005).

Asimismo en 2016 se desarrolla un experimento piloto que es el precedente de la presente tesis y que se analiza en próximo capítulo sobre metodología (cf. § 3.1).

Para facilitar la síntesis de toda la información contenida en todo el apartado relativo a las intervenciones, se ofrece un resumen, a continuación, sobre los aspectos más destacados de los estudios revisados.

#### 2.5.4. Resumen de las características metodológicas y de los resultados en los estudios sobre voz y Parkinson

En términos generales, llama la atención el escaso número de estudios referentes a la utilización de técnicas de voz cantada tanto para población con disartria hipocinética como para la voz presbifónica. Es destacable la gran cantidad de tesis doctorales y de trabajos fin de máster que componen este estado de la cuestión (Tanner-Semple *et al.*, 2005; Pérez-Delgado, 2007; Azekawa, 2011; Funderburke, 2012; Tanner, 2012; Paronen y Vuomajoki, 2019; Hyppönen, 2020; Philippe, 2020; York, 2020) frente a los trabajos publicados en revistas científicas (Cohen y Mase, 1993; Haneishi, 2001; di Benedetto *et al.*, 2009; Evans *et al.*, 2012; Elefant *et al.*, 2012; Yinger y Lapointe, 2012; Shih *et al.*, 2012; Tanner *et al.*, 2015; Stegemöller *et al.*, 2016; Azekawa y Lagasse, 2017; Gómez-Vilda *et al.*, 2017; Zhu *et al.*, 2018; Tamplin *et al.*, 2019; Moon *et al.*, 2020). La mayoría de tesis doctorales y trabajos fin de máster no se han publicado a excepción de dos de ellos (Azekawa, 2011; Tanner, 2012).

En la mayoría de los trabajos, los grupos de participantes están formados indistintamente por hombres y mujeres sin analizar los resultados segregados por sexos (di Benedetto *et al.*, 2009; Elefant *et al.*, 2012; Tanner, 2012; Tanner *et al.*, 2015; Azekawa, 2011; Azekawa y Lagasse, 2017; Hyppönen, 2020; Zhu *et al.*, 2018; Philippe, 2020). El resto de estudios analiza las voces separadas por sexos. Los dedicados a la voz femenina son cuatro (Brown *et al.*, 1989; Brown *et al.*, 1990; Haneishi, 2001; Moon *et al.*, 2020) y los que separan los resultados entre voces masculinas y femeninas son otros cuatro (Brown *et al.*, 1991; Prakup, 2009 y 2012; Yinger y Lapointe, 2012; Paronen y Vuomajoki, 2019).

En cuanto a la lengua nativa de los participantes, aparte de la presente tesis y del experimento de Gómez-Vilda y sus colaboradores de 2017 —el experimento piloto que propicia esta tesis, realizada con hablantes de español centronorte peninsular — solo un estudio de los revisados se realizan sobre población hablante de español —con hablantes de la variedad de Puerto Rico— (Pérez-Delgado, 2007).

Respecto al grado de severidad de la enfermedad de Parkinson según la escala de Hoehn y Yahr (cf. § 3.1), la mayoría de trabajos selecciona a participantes de entre 1 a 3 grados. Solo dos experimentos de musicoterapia (Paronen y Vuomajoki, 2019; Hyppönen, 2020) y uno de técnica coral (Shih *et al.*, 2012) admiten participantes de entre 4 y 5 grados de dicha escala de afectación.

Todos los estudios previos son de tipo cuantitativo. Solo existe un trabajo que utiliza el estudio por casos (York, 2020) en el que se examina a dos participantes masculinos y uno femenino, todos con Parkinson. En cuanto a aspectos como la duración del experimento, el número de sesiones y la duración de cada sesión, todos estos elementos resultan ser muy heterogéneos en la bibliografía. El estudio logopédico que más cantidad de horas dedica a las intervenciones es el de di Benedetto y sus colaboradores (2009) con 20 horas de actuaciones logopédicas y 26 horas de práctica coral en unos dos meses y medio de duración del experimento. Los trabajos que menos duración tienen son los de musicoterapia (Azekawa, 2011; Azekawa y Lagasse, 2017, Yinger y Lapointe, 2012; Philippe, 2020) en los cuales se opta por una duración de seis semanas a razón de intervenciones de 50 minutos por semana, es decir, unas seis horas totales.

Para el desarrollo de las intervenciones, la mayoría elige intervenciones de tipo grupal frente a las de tipo individual. Los únicos estudios en Parkinson de tipo individual son dos de musicoterapia (Haneishi, 2001; Pérez-Delgado, 2007), uno de técnica de canto (Tanner-Semple *et al.*, 2005) y otro interdisciplinar entre técnica de canto y logopedia (York, 2020). Asimismo, solo un estudio sobre voz presbifónica se realiza con intervenciones individuales (Zhu *et al.*, 2018).

Todos los estudios examinados se relacionan con la inclusión de la voz cantada de alguna u otra forma. O bien se basan en la práctica de canto como criterio de comparación entre voces de cantantes y no cantantes, o bien como método principal o secundario de intervención. Predominan las intervenciones de índole mixta, en las cuales se ofrece, por ejemplo, una primera parte de ejercicios de carácter logopédico tradicional (di Benedetto *et al.*, 2009), de logopedia tradicional combinada con LSVT® (Paronen y Vuomajoki, 2019; Hyppönen, 2020) o logopedia de tipo LSVT® sin ninguna mezcla (Tanner, 2012 y Tanner *et al.* 2015). O bien la primera parte de la intervención

puede basarse en ejercicios de musicoterapia sin mezcla de otras disciplinas (Haneishi, 2001; Pérez-Delgado, 2007; Azekawa, 2011; Azekawa y Lagasse, 2017; Elefant *et al.*, 2012; Yinger y Lapointe, 2012; Stegemöller *et al.*, 2016; Philippe, 2020; Moon *et al.*, 2020) o de musicoterapia combinada con logopedia (Cohen y Mase, 1993; Funderburke, 2012; Tamplin *et al.*, 2019). También existen intervenciones en las que se mezclan ejercicios de canto con logopedia (York, 2020) o con LSVT® (Evans *et al.*, 2012). Son minoría, en cambio, las intervenciones que consisten en ejercicios de canto coral (Shih *et al.*, 2012) o solistas sin ninguna otra injerencia (Tanner-Semple *et al.*, 2005; Zhu *et al.*, 2018 y la presente tesis).

Respecto a los aspectos analizados, aquellos trabajos que abordan —total o parcialmente— cuestiones perceptuales o psicológicas, no son de utilidad para su consideración en la presente tesis, sino solo aquellos que contengan análisis sobre rasgos que concuerden con aquí examinados, rasgos propios de la descripción basadas en la fonética clínica. Estos rasgos concordantes son la frecuencia fundamental, el *jitter* y el *shimmer*. Por ello, el estudio sobre personas con Parkinson de Evans y sus colaboradores (2012), que examina la frecuencia fundamental, se excluye del presente resumen de resultados al tratarse de un análisis desde el punto de vista perceptivo.

La tabla 6 corresponde a los estudios en los que existe intervención y se recogen los valores de la frecuencia fundamental y la dispersión de datos antes y después de dicha intervención.

Tabla 6. Valores de las medias de la frecuencia fundamental y de la desviación típica para los diferentes estudios realizados tanto en grupo de Parkinson como de presbifonía. En la primera columna aparece el tipo de grupo experimental; en la segunda columna se reflejan los estudios; en la tercera se proporciona el sexo de los participantes, en la cuarta se observa el tipo de intervención que se practica y en las restantes se exponen los datos previos y posteriores a la intervención. En sombreado, los resultados que obtienen significación estadística por efecto de la intervención.

	FRECUENCIA FUNDAMENTAL						
	Estudios	Sexo	Intervención	Pre	SD	Post	SD
P A R K.  P R E S.	Haneishi, 2001	Mujeres	Musicoterapia	156 Hz	27,03	164 Hz	12,17
	di Benedetto <i>et al.</i> , 2009	Mixto	Logopedia	194 Hz	60,2	172 Hz	56,2
	Elefant <i>et al.</i> , 2012	Mixto	Musicoterapia	141 Hz	17,2	145 Hz	18,9
	Yinger y Lapointe, 2012	Hombres	Musicoterapia	138 Hz	25,8	138 Hz	25,6
				139 Hz	28,2	143 Hz	31,7
		Mujeres	Musicoterapia	208 Hz	25,6	201 Hz	122
				200 Hz	33,4	212 Hz	29,8
	Tanner, 2012	Mixto	Logopedia	155 Hz	31,9	160 Hz	32,3
	Tanner <i>et al.</i> , 2015			48 Hz	29,8	151 Hz	31,6
	Azekawa, 2011	Mixto	Musicoterapia	150 Hz	34,2	164 Hz	29,4
	Azekawa y Lagasse, 2017						
	Paronen y Vuomajoki, 2019	Hombres	Logopedia	131 Hz	8	126 Hz	14
				179 Hz	23	176 Hz	21
	Hyppönen, 2020	Mixto	Logopedia	150 Hz	20,4	150 Hz	21,1
				160 Hz	29,9	166 Hz	30,4
Zhu <i>et al.</i> , 2018	Mixto	Canto	200 Hz		213 Hz		
Moon <i>et al.</i> , 2020	Mujeres	Musicoterapia	212 Hz	36,1	240 Hz	45,7	
		Coro	202 Hz	27,9	218 Hz	25,1	
		Control	184 Hz	36,2	178 Hz	14,3	

En la anterior tabla se puede observar que el número de estudios en los que la frecuencia fundamental presenta un descenso tras una intervención es muy escaso. Los casos en los que se observa una variación estadísticamente significativa, la frecuencia fundamental experimenta un ascenso en sus muestras posteriores. En concreto, se trata de los trabajos de Tanner (2012) —que usa ejercicios logopédicos del tipo LSVT®— y de Azekawa (2011) —con intervención de musicoterapia—, ambos sobre voces con Parkinson y grupos formados por hombres y mujeres; y los estudios de Moon y sus colaboradores (2020) —basado en musicoterapia y con un grupo solo de mujeres— y de Zhu y sus colaboradores (2018) —con protocolo de canto y un grupo mixto—.

En cuanto a los análisis sobre el *jitter* y el *shimmer* con participantes de Parkinson, son cuatro (Azekawa, 2011; Azekawa y Lagasse, 2017; York, 2020 y Philippe, 2020), aunque realmente son tres porque hay uno de ellos (Azekawa y Lagasse, 2017) que consiste en la publicación de un artículo procedente de una tesis previa. Los estudios sobre intervenciones con participantes presbifónicos que incluyen el *jitter* y el *shimmer* son dos (Zhu *et al.*, 2018 y Moon *et al.*, 2020).



En la tabla 7 se evalúan las medias y las medidas de dispersión de datos del *jitter* y el *shimmer* antes y después de una intervención. La parte superior de la tabla se refiere a la disartria hipocinética (Azekawa, 2011; Azekawa y Lagasse, 2017; York, 2020; Philippe, 2020) y la parte inferior se reserva a la voz presbifónica (Zhu *et al.*, 2018; Moon *et al.*, 2020).

Tabla 7. Valores de las medias del *jitter* y del *shimmer* y de la desviación típica para los tres estudios que los analizan. En sombreado los datos que obtienen significación estadística. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 6. El estudio de York (2020) no ofrece datos de significación estadística, así pues, se presupone la no significación.

	Estudios	Sexo	Intervención	JITTER				SHIMMER			
				Pre	SD	Post	SD	Pre	SD	Post	SD
P A R K .	Azekawa, 2011	Mixto	Musicoterapia	0,87 %		0,74 %		6,7 %		8,4 %	
	Azekawa y Lagasse, 2017										
	York, 2020	Mujer	Logopedia y canto	1,04 %		0,88 %		3,00 %		2,32 %	
		Hombre		3,37 %		2,59 %		6,49 %		4,94 %	
		Hombre		1,88 %		1,12 %		4,62 %		3,68 %	
Philippe, 2020	Mixto	Musicoterapia	0,49 %	0,58	0,33 %	0,75	4,84 %	4,04	2,3 %	3,49	
P R E S.	Zhu <i>et al.</i> , 2018	Mixto	Canto	0,56 %		0,49 %		1,39 %		1,39 %	
	Moon <i>et al.</i> , 2020	Mujeres	Musicoterapia	0,38 %	0,18	0,24 %	0,13	2,76 %	2,46	1,62 %	0,92
			Coro	0,43 %	0,23	0,43 %	0,31	2,76 %	1,33	2,52 %	0,94
		Control	0,53 %	0,35	0,53 %	0,25	2,41 %	0,83	2,83 %	1,19	

Solo exponen significación estadística los resultados observados en los parámetros analizados de dos trabajos (Philippe, 2020 y Moon *et al.*, 2020). En el estudio de musicoterapia sobre un grupo mixto que lleva a cabo Philippe (2020), el *shimmer* desciende por efecto de la intervención. En el trabajo de Moon y sus colaboradores (2020) se observa que el grupo cuya intervención se basa en ejercicios de musicoterapia presenta descensos en la media y la desviación típica tanto del *jitter* como del *shimmer*. El estudio de Moon es sobre un grupo femenino. En cambio, el *shimmer* del grupo control empeora, y ese ascenso es estadísticamente significativo.

Existe un grupo de estudios en los que no se produce ningún tipo de intervención sino que se comparan dos grupos de voces presbifónicas. Uno de estos grupos se compone de personas cantantes y el otro, de personas no cantantes. En estos estudios también se examina la frecuencia fundamental (Brown *et al.*, 1989; Brown *et al.*, 1990; Brown *et al.*, 1991 y Prakup, 2009 y 2012), el *jitter* y el *shimmer*

(Brown *et al.*, 1989; Brown *et al.*, 1990 y Prakup, 2009 y 2012). En la tabla 8 se examina lo sucedido con la frecuencia fundamental.

Tabla 8. Valores de las medias de la frecuencia fundamental y de la desviación típica para los diferentes estudios realizados entre mujeres cantantes y no cantantes. En la primera columna se reflejan los estudios; en la segunda se proporciona el sexo de los participantes, en la tercera se observa el grupo al que pertenecen los participantes del estudio; a continuación los valores para la media de la frecuencia fundamental y de la desviación típica; la siguiente columna es para posibles subdivisiones de los grupos experimentales y, finalmente, de nuevo los valores de la media de la frecuencia fundamental y de la desviación típica. En sombreado los resultados que obtienen significación estadística.

Estudios	Sexo	Grupo	$f_0$	SD	Subgrupo	$f_0$	SD
Brown <i>et al.</i> , 1989	Mujeres	No cantantes	175 Hz	2,44			
Brown <i>et al.</i> , 1990	Mujeres	Cantantes	195 Hz	3,96			
Brown <i>et al.</i> , 1991	Mujeres	Sopranos	214 Hz	5,0	Cantantes (sopranos+contraltos)	201 Hz	5,2
		Contraltos	188 Hz	5,5			
		No cantantes	175 Hz	2,4			
	Hombres	Tenores	136 Hz	3,5	Cantantes (tenores+barítonos)	125 Hz	4,0
		Barítonos	121 Hz	4,2			
No cantantes		127 Hz	3,1				
Prakup, 2009 y 2012	Mujeres	Cantantes	237 Hz	40,9			
		No cantantes	216 Hz	51,3			
	Hombres	Cantantes	128 Hz	10,3			
		No cantantes	135 Hz	20,2			

Los estudios de Brown y sus colaboradores son los primeros que analizan el comportamiento fonatorio entre grupos de mujeres con presbifonía cantantes y no cantantes sin que medie intervención. Tanto los valores de la media como los de la desviación típica son más elevados en el caso de las cantantes (Brown *et al.*, 1989; 1990; 1991).

Por último, entre estos estudios en los que no existe intervención y que comparan voces presbifónicas de cantantes y no cantantes, los que evalúan el *jitter* y el *shimmer* aparecen en la tabla siguiente (véase la tabla 9).

Tabla 9. Valores de las medias del *jitter* y del *shimmer* y de la desviación típica para los diferentes estudios realizados entre cantantes y no cantantes. En la primera columna se reflejan los estudios; en la segunda se proporciona el sexo de los participantes, en la tercera se observa el grupo al que pertenecen los participantes del estudio; a continuación los valores de la media del *jitter* y de la desviación típica y las dos últimas columnas son para los valores de la media del *shimmer* y de la desviación típica. En sombreado los resultados que obtienen significación estadística.

Estudio	Sexo	Grupo	JITTER	SD	SHIMMER	SD
Brown <i>et al.</i> , 1989	Mujeres	No cantantes	0,31 %	0,38		
Brown <i>et al.</i> , 1990	Mujeres	Cantantes	0,22 %	0,21		
Prakup, 2009 y 2012	Mujeres	Cantantes	0,26 %	0,06	0,31 %	0,2
		No cantantes	0,43 %	0,1	0,26 %	0,1
	Hombres	Cantantes	0,34 %	0,1	0,22 %	0,1
		No cantantes	0,53 %	0,2	0,38 %	0,2

Solo el trabajo de Prakup (2009 y 2012) obtiene significación estadística en la variación del *jitter* de mujeres y de hombres presbifónicos cantantes y no cantantes. Tanto los valores de la media como los de la desviación típica son menores en el grupo de no cantantes.

Uno de los estudios analizados en el marco teórico pero que no aparece en la tabla es el de Lortie y sus colaboradores de 2016. En dicho estudio no se proporcionan explícitamente los valores de los parámetros sino que solo se menciona que el grupo de cantantes frente al de no cantantes experimenta un descenso estadísticamente significativo de la media de la frecuencia fundamental y de su dispersión de datos y la elevación, también significativa, del *shimmer*. Por esta razón no ha sido incluido en las tablas precedentes.

La presente tesis intenta suplir la escasez de estudios observada en los aspectos mencionados. Así pues, en el siguiente capítulo se expone el diseño metodológico del experimento propuesto.

### **3. Metodología**

Metodológicamente este estudio presenta un gran desafío. La edad y las enfermedades, la pluripatología, las comorbilidades y la polifarmacia de los participantes suponen un reto metodológico propio de los estudios gerontológicos (Pérez-Zepeda *et al.*, 2018: 1-9).

En este capítulo se recogen todos los aspectos metodológicos que se han seguido en la presente tesis. En primer lugar, se resume el experimento piloto que da lugar al germen de esta tesis. A continuación siguen todos los demás aspectos característicos como son los objetivos y las preguntas de investigación; la selección de informantes; la metodología para la recogida de las muestras analizadas; los datos técnicos para las grabaciones; el procedimiento el desarrollo de las sesiones; la justificación, el desarrollo de la intervención de canto y la explicación de los ejercicios seleccionados para la misma y, por último, la metodología para el análisis de los datos.

#### **3.1. Experimento piloto**

La experiencia como cantante y profesora de canto así como los cambios vocales en el habla observados en mí misma, en otros colegas de profesión y en los alumnos me alienta a principios de 2016 a contactar con la Asociación de Parkinson de Madrid (APM) para pedir su colaboración en la realización de un pequeño experimento piloto sobre el efecto de la técnica de canto en el cambio de los parámetros acústicos y biomecánicos de la voz hablada en personas con enfermedad de Parkinson. Este experimento parte del supuesto de que las condiciones necesarias para cantar no dependen de aptitudes fisiológicas especiales e innatas sino que mediante un entrenamiento como el que sigue un profesional en su período de formación, se adquieren una serie de estrategias especiales respiratorias, fonatorias y articulatorias que posibilitan la ejecución del canto al más alto nivel (Brown *et al.*, 1988).

La APM recluta participantes de ambos sexos y se les consulta sobre el compromiso de participación. Los voluntarios acceden a participar durante las cuatro semanas previas a una actividad organizada anualmente por la asociación y consistente en 10 días de permanencia en un balneario. Así pues se acuerda con la APM la cesión durante cuatro semanas del espacio para realizar el experimento. La

asociación, además, proporciona los datos personales de los participantes, información sobre las actividades a las que asisten en el centro, sobre el año del diagnóstico de la enfermedad de Parkinson de cada participante y sobre el grado de afectación de la enfermedad, según la escala Hoehn y Yahr, con el que figuran en la base de datos de la asociación.

La escala Hoehn y Yahr reconoce hasta cinco grados de afectación motora (Hoehn y Yahr, 1967). Los grados son los siguientes:

1. Grado 1. Afectación exclusivamente unilateral con mínimo deterioro.
2. Grado 2. Afectación bilateral sin que haya alteración del equilibrio.
3. Grado 3. Afectación bilateral de leve a moderada con cierta inestabilidad postural pero aún independiente.
4. Grado 4. Ya presenta una incapacidad grave, pero es capaz de andar o de permanecer de pie sin ayuda.
5. Grado 5. Debe permanecer confinado en una silla de ruedas o en una cama. Es completamente dependiente.

Para poder participar, los sujetos deben tener el diagnóstico oficial de neurología, no estar diagnosticados de ningún trastorno vocal ni tener ningún trastorno cognitivo, no abandonar las terapias de la asociación y tomar su medicación<sup>30</sup> regularmente como vienen haciendo para que no exista ninguna alteración (Pacchetti *et al.*, 2000). Doce personas se interesan en participar y se convoca una ronda de entrevistas individuales. Se les consulta de manera personal sobre el historial, sobre su compromiso con el experimento y la necesidad de una asistencia regular, sobre su disponibilidad horaria, su capacidad de afinación y su grado de afectación en la escala de Hoehn y Yahr. La mayoría de los participantes están afectados con un grado de severidad de hasta 3 según la escala antes mencionada. Dos participantes fueron descartados, uno de ellos por tener un diagnóstico neurológico dudoso —que luego resulta ser temblor esencial— y el otro por superar el grado 3 de Hoehn y Yahr —necesitaba permanentemente una silla de ruedas mientras que la mayoría de los participantes no la necesita—. Finalmente se eligen diez sujetos para

---

<sup>30</sup> Dentro de la polifarmacia que suele aquejar a la población geriátrica, la medicación relativa a la enfermedad de Parkinson que todos ellos toman es dopaminérgica —levodopa— sola o asociada a la toma de agonistas de la dopamina que estimulan los receptores de dopamina.

participar en el experimento piloto, cinco hombres y cinco mujeres de entre 60 a 80 años de edad y hablantes de español centronorte peninsular. Durante las cuatro semanas que la APM y los participantes establecen como límite para la colaboración, entre abril y mayo de 2016, dichos participantes reciben cuatro sesiones a razón de una hora semanal de técnica y práctica de canto individual y se graban muestras de habla antes y después de cada sesión. Los ejercicios vocales son exclusivamente cantados —sin ningún tipo de base logopédica ni de musicoterapia— y el nivel de exigencia de dichos ejercicios es como el que se pide a un cantante profesional en formación (Lirio, 2020). Por eso el repertorio es de tipo solista —no repertorio coral— con una demanda adecuada como para poder participar en un concierto. La persona que dirige las intervenciones es titulada en canto, profesora de canto de unos 20 años de experiencia y cantante profesional.

Se analizan el *jitter*, el *shimmer*, la relación entre armónico y ruido, la tensión del cuerpo y de la cubierta de los pliegues, los desbalances de las tensiones de cuerpo y cubierta, el defecto de cierre glótico y los temblores fisiológico, neurológico, *flutter* y temblor global de uno de los participantes masculinos de 70 años. Se observa una mejora estadísticamente significativa en el conjunto global de todos esos parámetros. La mayoría de los rasgos muestran una tendencia al descenso en sus valores. Incluso el desbalance de la tensión de la cubierta presenta un valor de unas 12 veces por encima del límite superior normativo en las tomas previas a la intervención. Este experimento está publicado (Gómez-Vilda *et al.*, 2017a).

En resumen, la selección de los ejercicios de técnica de canto que se aplica durante el experimento piloto contribuye a mejorar la actividad neuromotora de estos sujetos, aliviando la disartria hipocinética que experimentan. Por ello, el experimento piloto sirve para decidir cuáles son los mejores ejercicios de técnica de canto y la forma de ejecución más efectiva para las personas con enfermedad de Parkinson. En vista de estos resultados se abre la posibilidad de un trabajo de mayor envergadura para el que la APM consiente en seguir prestando su colaboración. El estudio en el que se basa esta tesis tiene su origen en los resultados de este trabajo previo.

### 3.2. Objetivos e hipótesis de la presente investigación

El *objetivo principal* de la presente tesis es averiguar, mediante análisis biomecánico y acústico, si las intervenciones —diseñadas específicamente— de técnica de canto individuales, personalizadas y con nivel de exigencia de experto son capaces de provocar cambios permanentes en los patrones fonatorios del habla del sujeto diagnosticado de Parkinson con respecto a un grupo control del mismo grupo etario pero sin enfermedad de Parkinson.

Concretamente, en este estudio se comparan un conjunto de rasgos fonatorios que caracteriza a la disartria hipocinética y la frecuencia fundamental antes y después de una intervención de técnica de canto tanto en un grupo con enfermedad de Parkinson como en un grupo del mismo rango etario sin enfermedad de Parkinson, ambos compuestos de participantes hombres y mujeres de edades similares. El objetivo que se persigue es averiguar si existen cambios biomecánicos en esos rasgos antes y después de la intervención en ambos grupos durante todo el tiempo del experimento y si la mejoría, en caso de descubrirla, es permanente en el tiempo.

La disartria hipocinética se diferencia de la presbifonía por la alteración en los valores de un conjunto de rasgos que son los que mejor la caracterizan fonatoriamente. Dichos rasgos son (i) los rasgos de perturbación —*jitter*, *shimmer*—, (ii) los biomecánicos —desbalance de la masa del cuerpo, desbalance de la tensión del cuerpo, desbalance de la masa de la cubierta, desbalance de la tensión de la cubierta— y (iii) los temblores —fisiológico, neurológico, *flutter* y temblor global— (cf. § 2.2). Todos son rasgos relacionados con la inestabilidad de la voz derivada del trastorno de tipo neurológico que es la enfermedad de Parkinson (cf. § 2.3.2). Pero, además, se añade al estudio el análisis del rasgo de la frecuencia fundamental que no es característico propiamente de la enfermedad de Parkinson sino que es un rasgo de dimorfismo sexual y el principal rasgo distintivo de los cambios etarios además de tener la capacidad de condicionar el comportamiento de otros rasgos. Se ha considerado, pues, la inclusión de este rasgo para su análisis, en primer lugar, porque los participantes son hombres y mujeres; en segundo lugar, por la edad de los mismos, en tercer lugar, por el efecto que puede tener sobre otros rasgos y, en tercer lugar porque algunos de los estudios previos examinados en la presente tesis también la

incluyen para su análisis. Al incorporar la frecuencia fundamental, se puede realizar un trabajo de comparación con dichos estudios.

El *primer objetivo* específico del presente estudio consiste en la descripción, a partir del análisis que efectúa el programa informático *BioMet®Phon*, de las potenciales alteraciones que experimentan los rasgos mencionados en el anterior párrafo antes de la intervención de canto, en personas con Parkinson y si el grupo control muestra las mismas alteraciones.

El *segundo objetivo* específico consiste en la descripción de esos mismos rasgos tras la intervención con el fin de comprobar si la sesión con los ejercicios de canto seleccionados contribuyen a que los valores de dichos rasgos se incluyan dentro de los valores normativos —según la estimación realizada por el programa informático *BioMet®Phon*— después de la intervención en el grupo de Parkinson.

El *tercer objetivo* específico consiste en verificar si en los valores de esos rasgos se observan asimismo mejorías en las voces de los participantes del grupo de control —compuesto de personas sin enfermedad de Parkinson pero con presbifonía— y si son diferentes o no a los del grupo de Parkinson.

El *objetivo ulterior* que anima la consecución de este estudio es intentar mejorar la vida de las personas afectadas de enfermedad de Parkinson y, de forma colateral, sentar un precedente para que otros especialistas en la materia se animen a investigar las posibilidades, no ya del canto en general, sino de los ejercicios que lo componen —tanto respiratorios como fonatorios y articulatorios— y la influencia que cada uno de ellos puede tener sobre cada rasgo de la voz. Por ello, la importancia de esta tesis no consiste únicamente en generar conocimiento a partir de los resultados de investigación sino que puede contribuir al bienestar social y a la búsqueda de soluciones para mejorar la calidad de vida en un problema creciente como lo es el Parkinson.

Para dar respuesta al primer objetivo la *primera hipótesis* que se plantea es que los participantes del grupo con Parkinson presentarán valores alterados en las medidas fonatorias que se han descrito como modificadas por la enfermedad antes de la intervención en comparación con el grupo normativo absoluto que establece el



programa informático. Los rasgos analizados incluyen la frecuencia fundamental como se ha mencionado en un párrafo anterior.

Y una *subhipótesis* derivada es que, aun perteneciendo al mismo grupo etario, el grupo de control compuesto de personas presbifónicas no presentará los mismos valores en dichos parámetros antes de la intervención.

Para responder al segundo objetivo se plantea una *segunda hipótesis* fundamentada en que cualquier tipo de ejercicio vocal que se centre en la mejora fonatoria producirá mejoras en los trastornos vocales. Así pues cabe esperar que los valores de los parámetros analizados en el grupo experimental descenderán significativamente tras la intervención.

La *tercera hipótesis* supone que, aunque la presbifonía se trate de una característica asociada a la edad, la intervención también será de utilidad para mejorar la voz presbifónica. No obstante, una *subhipótesis* derivada de esta es que los cambios que se observen en este grupo serán menores o en un menor número de rasgos, ya que el protocolo está específicamente diseñado para las personas diagnosticadas con Parkinson. Por eso, los resultados permitirán corroborar o no el buen diseño de este protocolo.

### **3.3. Selección de informantes**

Para la realización de la presente tesis se convoca a dos grupos de participantes. El grupo experimental está compuesto por personas de ambos sexos, de entre 60 a 85 años, con enfermedad de Parkinson diagnosticada y el grupo de control está formado por personas del mismo grupo etario que el grupo de experimentación, pero sin la enfermedad de Parkinson. Ambos grupos están formados por personas hablantes de español centronorte peninsular. La APM proporciona la casi totalidad de los participantes con Parkinson. Uno de los participantes llega por un contacto personal propio varios meses antes del inicio del experimento. Dicho sujeto no conoce la asociación y se apunta a la misma y a las sesiones de logopedia en cuanto sabe de su existencia. Los participantes del grupo control conocen el experimento por contactos personales propios. Finalmente, participan ocho sujetos en el grupo de Parkinson,

cuatro mujeres y cuatro hombres, y cinco sujetos en el grupo control, tres hombres y dos mujeres.

Los informantes reciben con antelación una copia del formulario aprobado por el Comité de Ética de la Investigación Universidad Nacional de Educación a Distancia el 7 de marzo de 2017 (cf. § Anexo I —visto bueno del Comité de Ética de la Investigación— y Anexo II —formulario de consentimiento—) para que puedan leerlo y estudiarlo con calma antes de firmarlo. En el formulario de consentimiento se les explica cuáles son los objetivos del estudio, los posibles riesgos y beneficios asociados al experimento y el uso de los datos personales y revocación del consentimiento. Antes de firmarlo y de comenzar el experimento, todos los participantes tienen la oportunidad de consultar sus dudas con la investigadora.

Los requisitos para la selección de los participantes experimentales son los siguientes: tener el diagnóstico oficial de Parkinson confirmado por un neurólogo, no superar el grado 3 de la escala de Hoehn y Yahr<sup>31</sup>, no padecer ningún trastorno cognitivo, tomar de manera regular y controlada su medicación y seguir asistiendo a las terapias vocales en la APM —es decir, no sustituir las terapias logopédicas por la intervención de canto— para así no sesgar los resultados del experimento.

Los criterios de selección comunes a ambos grupos son los siguientes: se selecciona a participantes que tengan un sentido de la afinación de nivel medio —capaces de repetir melodías simples— para que la intervención consista solo en el trabajo vocal y no de educación auditiva; que nunca hayan recibido clases individuales y personalizadas de canto para que su sistema motor no recuerde patrones previos<sup>32</sup>; que tampoco inicien otros estudios de canto durante la realización del experimento para no contaminar los resultados; que no sufran de ninguna otra enfermedad neurodegenerativa diagnosticada que afecte a la voz ni tampoco de trastornos vocales o auditivos de ningún tipo; que no padezcan de un trastorno de tipo cognitivo que les

---

<sup>31</sup> Se eligen participantes cuyo grado de severidad oscila entre 1 a 3 de la escala de Hoehn y Yahr como así se estipula en la amplia mayoría de trabajos previos analizados (Haneishi, 2001; di Benedetto *et al.*, 2009; Azekawa, 2011; Elefant *et al.*, 2012; Tanner, 2012; Funderburke, 2012; Tanner *et al.*, 2015; Azekawa y Lagasse, 2017; Gómez-Vilda *et al.*, 2017; Tamplin *et al.*, 2019; Philippe, 2020).

<sup>32</sup> Entre los participantes existen algunos que sí cantan habitualmente por placer pero de manera natural, sin ninguna técnica vocal. Se trata de los participantes GPH01, GPM01 y GPM03. La participante GPM02 participó en un grupo de zarzuela de grado aficionado como corista y solista en su juventud hacía unos treinta años y la GPM04 participa en un grupo coral aficionado. El participante GCH03 también estuvo un par de años en un coro *gospel* de aficionados un año anterior al estudio.

dificulte la comprensión de los ejercicios; que ningún participante sea fumador; que tengan la movilidad suficiente como para no necesitar permanecer en silla de ruedas —ya que la mayoría de participantes pueden permanecer en pie y los ejercicios vocales que involucran a la respiración pueden verse influidos por la postura sedente—. La participación en otras actividades vocales —como la actividad coral— no fue considerada motivo de exclusión al tratarse de una práctica de canto diferente a la solista. Solo se considera criterio de exclusión la concomitancia con otra actividad de canto de tipo individualizado, personalizado y en grado de experto o profesional.

Al ser participantes con edades tan avanzadas, todos toman medicación para los problemas de salud más frecuentes en este grupo poblacional como la tensión, el corazón o el colesterol, pero estas dolencias y medicamentos no tienen una relación directa con la voz. Una de las voluntarias está afectada con el síndrome de Sjögren, una enfermedad de tipo autoinmune que, a pesar de que causa xerostomía, no afecta a los rasgos fonéticos (Pastana *et al.*, 2013).

En la siguiente tabla (véase la tabla 10) se ofrece una clasificación de los participantes según el grupo, el sexo y la edad de cada participante; asimismo se detalla el código de identificación utilizado para preservar la identidad anónima de los informantes. El código utilizado se compone de las siglas que identifican si el participante pertenece al grupo de Parkinson (GP) o al grupo de control (GC); la indicación de si es hombre (H) o mujer (M) y un número que aparece al final del código, un ordinal asignado según la cantidad de sesiones a las que asiste cada participante y que, asimismo, también es útil para ordenarlos<sup>33</sup>.

---

<sup>33</sup> El participante GPH03 y el GPH04 presentan el mismo número de sesiones. Se ha optado por numerar primero al participante más mayor y en último lugar, al más joven.

Tabla 10. Detalle de grupo al que pertenecen los participantes, su sexo, sus edades y el código asignado a cada uno de ellos.

GRUPO	SEXO	EDAD	CÓDIGO
GRUPO de PARKINSON	HOMBRES	81	GPH01
		72	GPH02
		74	GPH03
		61	GPH04
	MUJERES	60	GPM01
		71	GPM02
		81	GPM03
		73	GPM04
GRUPO de CONTROL	HOMBRES	82	GCH01
		72	GCH02
		65	GCH03
	MUJERES	69	GCM01
		63	GCM02

En un principio se reclutan seis participantes en el grupo de Parkinson de los cuales, tras la entrevista previa, uno de ellos se descarta por no aportar un diagnóstico neurológico concluyente de enfermedad de Parkinson. Aunque los informes iniciales indican Parkinson, finalmente parece que experimenta *temblor esencial*, otro tipo de enfermedad neurológica completamente diferente al Parkinson. Otro de los voluntarios también es descartado porque supera el índice marcado de Hoehn y Yahr, no tenía movilidad y necesitaba silla de ruedas. Como la Asociación comunica la existencia del experimento a las personas que se inscriben por primera vez durante los dos años que dura dicho estudio, las participantes del grupo de Parkinson GPM01 y la GPM04 se incorporan al estudio durante el transcurso del mismo porque no pertenecen a la Asociación en el momento del inicio del experimento. No obstante, ambas asisten a suficientes sesiones como para ser consideradas en este estudio.

En cuanto a los informantes del grupo de control, se presentan tres participantes hombres que son aceptados y cuatro participantes mujeres de las cuales una es descartada antes del inicio del experimento porque tiene un diagnóstico de parálisis unilateral de los pliegues vocales incompatible con el presente estudio sobre los rasgos fonatorios de los pliegues vocales. De las tres voluntarias restantes, una de ellas comienza a asistir a las sesiones, sin embargo, tiene que dejarlo en la sexta sesión por problemas personales. Los datos de esta voluntaria se descartan por considerar que no asiste a un número suficiente de sesiones como para ofrecer resultados con una suficiente significación estadística.

El participante GPH04 sufre un deterioro grave de la enfermedad —llega a superar el grado 3 de la escala Hoehn y Yahr y pierde el control postural—. Cumple con el compromiso adquirido con el experimento y completa diez sesiones. El participante GPH03 asiste de manera muy irregular debido a problemas familiares graves que incluso empeoran su enfermedad por culpa del estado de estrés y depresión que le generan. Al igual que el anterior voluntario, cumple con diez sesiones. Estos son problemas metodológicos frecuentes inherentes a la enfermedad y al grupo etario (Evans *et al.*, 2012; Tanner *et al.*, 2015). Por último, el participante GCH03 cumple con las sesiones mínimas requeridas antes de inscribirse en un centro de enseñanza más cercano a su domicilio para recibir clases individuales y personalizadas de canto. No es posible en este caso continuar con su participación en el estudio, ya que al aceptar un trabajo vocal paralelo que aumenta el tiempo de exposición presenta una ventaja, por tanto, frente a los otros participantes.

### **3.4. Construcción del corpus**

El corpus utilizado para el presente estudio se ha construido con los datos obtenidos en un estudio con diseño longitudinal basado en la recogida periódica de datos reales, es decir, se analizan las muestras individuales grabadas en cada sesión a lo largo del tiempo que dura el experimento. Este corpus permite realizar análisis de carácter longitudinal, intrapersonal e interpersonal.

La duración de la recogida de datos es de dos años —desde marzo de 2017 a mayo de 2019—. Se estipula un compromiso para los participantes de una asistencia mínima de ocho sesiones para poder ser incluidas sus muestras en el estudio. La elección de este número de sesiones se basa en la observación de otros estudios previos seleccionados similares a la presente tesis, que analizan rasgos acústicos y no de tipo perceptual o psicológico y que la intervención ofrezca resultados con significación estadística. El estudio con participantes de Parkinson que menos horas de intervenciones entraña es el de Azekawa (2011) con 5 horas en total. El que más horas acarrea es el de Moon y sus colaboradores (2020) con 16 horas en total pero con participantes de presbifonía. Se opta por una cifra media, pero hacia un menor número de sesiones considerando que este trabajo cuenta con participantes de

Parkinson que no tienen tanta fortaleza física por motivo de la enfermedad. Además, ocho son las sesiones mínimas que determina un estudio de tipo logopédico con método LSVT® sobre población de Parkinson y con resultados significativos sobre la intensidad (Searl *et al.*, 2011). No se establece un número máximo de sesiones.

La regularidad de las sesiones depende del estado de salud de las personas participantes. Las sesiones se programan semanalmente, pero en ocasiones los problemas de salud de los participantes pertenecientes a este grupo etario y, sobre todo, de los pertenecientes al grupo de Parkinson, hacen imposible cumplir esa agenda prevista y es necesaria su flexibilización.

El número de sesiones es desigual en el caso de todos los participantes debido a los problemas metodológicos inherentes a los estudios gerontológicos. Los participantes no asisten de manera uniforme. En muchas ocasiones los participantes faltan porque tienen problemas de salud que les impide asistir a las sesiones. La enfermedad de Parkinson dificulta en ocasiones a quienes la sufren levantarse de la cama por un bloqueo extremo; en ocasiones el tiempo meteorológico o problemas emocionales y de estrés afectan de manera negativa al estado de su enfermedad. Antes de cada sesión se apunta rigurosamente la anamnesis del participante para tenerla en cuenta en los análisis posteriores.

### **3.5. Procedimiento de cada sesión**

Cada participante empieza la sesión exponiendo la anamnesis de ese día y la de los días anteriores. Habla sobre sus problemas de salud, sobre la calidad de su sueño, sobre la toma de la medicación o sobre si existe reajuste de la misma, sobre el posible grado de estrés o nerviosismo y sobre cualquier otro punto relevante para el experimento. Las grabaciones del grupo experimental se realizan por las mañanas, los horarios de los participantes resultan coincidir con el momento de finalización del efecto de la medicación —*off*— o cercano a dicho momento. Es algo fortuito que se produce por cuestiones de disponibilidad de la sala y de los horarios de los propios participantes<sup>34</sup>. La mayoría de los participantes con Parkinson reclutados acuden al

---

<sup>34</sup> En 2010 Skodda y sus colaboradores concluyen que la medicación no interfiere en la calidad de la voz de la disartria hipocinética. Sobre esta base se construye la metodología de la presente tesis. En 2021 la opinión de Cavallieri y sus colaboradores también coincide con el estudio de Skodda. Y Pah y sus

centro de la APM para recibir sus terapias por las mañanas —que además es la franja horaria cedida para el uso de su espacio por la APM—. Los participantes del grupo de control son grabados por la tarde por ser la franja horaria preferida por todos después de cumplir con sus quehaceres habituales.

Tras la anamnesis, se procede a la grabación de las muestras. La anamnesis y las grabaciones de las muestras de habla ocupan entre 5 y 10 minutos de cada sesión. Posteriormente, tras la intervención de unos 50 minutos de duración se vuelven a grabar las muestras. Las clases de técnica de canto de tipo profesional suelen tener una duración de una hora. Por un lado, es lo establecido normalmente por conservatorios, academias de canto y profesores privados y es tiempo suficiente para un trabajo intenso, pero sin que llegue a producir un sobreesfuerzo vocal que ocasione un perjuicio al alumno. La duración de las sesiones logopédicas para la enfermedad de Parkinson también se suelen ajustar a una duración de entre 45 minutos a una hora para ser eficaces sin llegar a fatigar al paciente (Delgado e Izquierdo, 2016). Como los participantes pertenecen a un grupo etario gerontológico y nunca han recibido clases de canto con anterioridad, se presupone un sistema muscular y fonatorio no entrenado y un bajo tono muscular. Al ser el trabajo vocal de canto de tipo profesional muy exigente, se decide fijar en una hora de duración la sesión completa y en 45 o 50 minutos la duración de la intervención.

---

colaboradores asimismo en 2021 analizan lo que sucede en las vocales [a] y [o] y en la consonante [m]. Observan que solo la consonante [m] muestra incrementos estadísticamente significativos en los valores de media y de dispersión de datos de las muestras en *off* respecto a las muestras en *on* en el *jitter* y el *shimmer*. Así pues, el incremento de la muestra consonántica no afecta a las muestras examinadas en esta tesis —la vocal [a]—.

### 3.6. Protocolo de intervención: desarrollo, justificación y descripción de los ejercicios

En el presente apartado se explica cómo se desarrollan las intervenciones, se expone la justificación de los ejercicios utilizados y se describen en detalle los ejercicios.

#### 3.6.1 Desarrollo de la intervención

La intervención se divide en tres partes: calentamiento, técnica y repertorio — estudio de una canción—. Se dedican unos 10 minutos al calentamiento, 20 a la técnica de canto y el resto del tiempo al montaje técnico de una canción. Esta distribución de tiempo es la que se suele seguir habitualmente en centros de enseñanza profesional de canto.

La selección de los ejercicios que componen cada parte recae sobre el criterio de la investigadora —con una experiencia de más de 20 años como profesora de canto— (Gullaer *et al.*, 2006).

El *calentamiento* inicial permite saber en qué estado se encuentra el órgano vocal y decidir así el juego de ejercicios que se trabajan en esa sesión. Los ejercicios de *técnica* inciden sobre los aspectos más necesarios según lo observado en la fase de calentamiento. El entrenamiento en esta fase se realiza mediante *vocalizaciones* (véase la figura 7), ejercicios técnicos en los que se utilizan vocales (Hoch, 2014: 191), diptongos, triptongos o sílabas unidos a juegos melódicos que recorren la extensión tonal del alumno (Miller, 1996b: 110-111, 124).

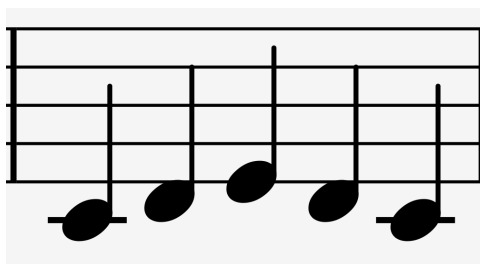


Figura 7. Ejemplo de vocalización sencilla. Se repite esta estructura en diferentes alturas tonales para entrenar diferentes aspectos vocales. Se puede trabajar en la zona aguda, en la zona grave o en la zona media. También se puede vocalizar desde la zona grave a la aguda y viceversa para ampliar la extensión tonal.



La última parte de la intervención se dedica al estudio del *repertorio* que es como se denomina en canto a la canción o grupo de canciones que el alumno prepara (cf. § Anexo III). La preparación del repertorio es la parte práctica de la enseñanza, es decir, el trabajo técnico marca la pauta de entrenamiento e incide en los patrones biomecánicos fonatorios. El entrenamiento con el repertorio enseña al sistema a transferir las modificaciones biomecánicas ejecutadas en la fase de técnica a otros entornos fonéticos<sup>35</sup>.

Las canciones se seleccionan considerando, por un lado, las preferencias del alumno y por otro lado, el nivel del alumno y las dificultades técnicas que debe superar en cada momento<sup>36</sup>. Es preferible que las canciones no tengan un ritmo rápido en las primeras etapas del aprendizaje y tampoco una gran extensión vocal pero a pesar de todo, a veces es necesario ralentizar su velocidad y subir o bajar su tono para que el alumno pueda cantarlas y que la fase de puesta en práctica de la técnica surta efecto.

### **3.6.2 Justificación de la elección de los ejercicios y de la metodología de entrenamiento**

La idoneidad de los ejercicios escogidos se basa, sobre todo, en el experimento piloto realizado previo a esta tesis (cf. § 3.1) que se usa como punto de partida en el diseño del protocolo más efectivo (Gómez-Vilda *et al.*, 2017a). Tras este experimento piloto se refina y se amplía la selección de nuevos ejercicios considerando que el nuevo estudio tiene una duración mínima de dos años.

Los ejercicios de técnica de canto son la parte central de la intervención. Como la disartria hipocinética deriva de un problema eminentemente neurológico y la música tiene un gran potencial para la transformación neurológica, es necesario considerar estas dos cuestiones para determinar las estrategias terapéuticas más adecuadas. Los ejercicios que componen la intervención deben seleccionarse, pues, de entre aquellos que mejor se ajusten a algunos principios de la teoría cognitiva de la transferencia motora y a los principios de la neuroplasticidad para lograr que el canto

---

<sup>35</sup> Los participantes eligen canciones pertenecientes a diversos géneros musicales que son de su gusto personal como los boleros, la ópera, la zarzuela o las canciones folklóricas.

<sup>36</sup> En los momentos iniciales de la enseñanza de canto los alumnos suelen tener problemas en cuanto a la capacidad respiratoria, la dosificación del soplo aéreo y la extensión tonal, así pues es preferible que las canciones no contengan frases musicales de gran duración y tampoco de gran extensión tonal.

pueda ser mucho más eficaz a fin de mejorar la rigidez muscular de origen neurológico que afecta a los sistemas motores implicados en la producción del habla y de reducir las dificultades en la precisión y coordinación de los movimientos, el acortamiento muscular y la escasez de fuerza (Sanabria *et al.*, 2013: 285-288).

Los ejercicios que comprenden las fases de calentamiento y técnica se ocupan de aspectos respiratorios, fonatorios y articulatorios. Los ejercicios *respiratorios* seleccionados se dirigen a trabajar la fuerza de los músculos respiratorios, la ampliación del rango de movimiento, el incremento de la coordinación respiratoria y la mejora de la regulación del soplo aéreo. La actuación sobre la función *fonatoria* apunta al tratamiento de la hipofonía vocal característica de la disartria hipocinética y la rigidez de los pliegues que genera un aumento de la resistencia al paso del aire. Por ello, las vocalizaciones sobre el rango tonal contemplan movimientos de elongación y contracción de los pliegues vocales y los registros vocales mejoran el grado de apertura y cierre de los mismos. En cuanto a la falta de precisión y fuerza *articulatoria* y el acortamiento del rango de movimiento de los articuladores, las vocalizaciones con la apertura mandibular, con la movilidad de la lengua y con la contracción del velo del paladar que se realizan en las diferentes técnicas de canto pueden contribuir a la mejora de la rigidez muscular de Parkinson.

Todos los ejercicios seleccionados para esta tesis y que componen las fases de calentamiento y técnica se basan en la ejercitación individual y con grado de exigencia de tipo experto o profesional. Los ejercicios elegidos deben adaptarse al sujeto, a su estado muscular y funcional, a sus conocimientos teóricos y propioceptivos previos y a la percepción cognitiva de sus habilidades motoras (Ericsson *et al.*, 2007; Altenmüller y Furuya, 2018; Mishra, 2018). No pueden ser estáticos sino que, una vez que el participante supera el objetivo fijado para los ejercicios propuestos, se cambian para adaptarse al estado técnico actual. Ese es el signo distintivo de un protocolo individual con grado de exigencia de tipo experto o profesional. Además el dominio de la habilidad requiere de muchas horas de práctica (Altenmüller y Furuya, 2018; Mishra, 2018). La necesidad de la determinación del estado técnico —tanto inicial como los siguientes— y la adaptación constante de los ejercicios es una de las bases para que la transferencia motora triunfe (Lucea, 1999: 83) y los requerimientos sobre la repetición

e intensidad de los ejercicios y la duración de la ejercitación son aspectos imprescindibles para que una actividad motora modifique la morfología cerebral mediante la neuroplasticidad (Kleim y Jones, 2008).

Otro requisito para la selección de los ejercicios que componen la intervención es la elección de aquellos en los que se involucren todas las posibles variaciones de vocales, diptongos, sílabas, etc. y así preparar al sujeto para la adecuada transferencia de los actos motores a los entornos en los que la actividad se desarrolla, es decir, la práctica de un conjunto de piezas o repertorio (Hoch, 2014: 150). Habitualmente las vocalizaciones en la enseñanza tradicional de canto se suelen basar en vocales aisladas (Hoch, 2014: 191). Sin embargo, en el habla natural ese entorno no suele ocurrir de manera aislada. Asimismo se someten los ejercicios a diferentes exigencias de velocidad puesto que el habla tiene una velocidad de elocución superior al canto (Miller, 1996b: 102, 124). Este requerimiento respeta el principio de la neuroplasticidad referente a la especificidad, es decir, que la práctica de la habilidad debe ser muy específica para lograr el objetivo. Si la tarea es muy compleja es necesario trabajar específicamente partes concretas de la misma (Kleim y Jones, 2008).

La teoría de los elementos idénticos es otro de los aspectos importantes a respetar si se desea una transferencia motora rápida y efectiva. Esta teoría postula que deben existir elementos idénticos entre la tarea original y la nueva (Thorndike y Woodworth, 1901; Lucea, 1999: 82). La manera aplicar este principio de forma práctica es mediante el aprendizaje mediante comparación que supone un recurso muy poderoso puesto que contribuye a aumentar la velocidad en el proceso de transferencia, genera un mayor impacto en la adquisición de conocimiento y centra la atención en los aspectos más relevantes de la cuestión objeto de aprendizaje (Day *et al.*, 2010; Rittle-Johnson y Star, 2011). La comparación entre dos elementos puede originar grandes cambios cognitivos (Rittle-Johnson y Star, 2011), pero debe existir una planificación estructurada de los parámetros que se van a cambiar cada vez. Recurriendo a un trabajo de de vocalizaciones por pares se pone en práctica la teoría de los elementos idénticos y el aprendizaje comparativo. Primeramente se efectúa una vocalización sin ninguna instrucción específica, como lo haría cualquier sujeto de manera natural e instintiva para ser seguida de la misma vocalización variando la

menor cantidad posible de aspectos técnicos. De esta manera, los recursos de atención, memoria y aprendizaje del sujeto se concentran solo en los cambios vocales originados al variar un solo parámetro y, como fruto del entrenamiento, se transfieren los resultados de la voz cantada a la voz hablada (Gullaer *et al.*, 2006). Y aunque los contextos variables dificultan la transferencia, el aprendizaje de la habilidad resulta más eficaz porque se mantiene de manera más duradera a lo largo del tiempo incluso con condiciones cambiantes (Cano-de-la-Cuerda *et al.*, 2015).

Los ejercicios tienen que poder ser explicados de manera verbal de forma precisa para que el participante los entienda cognitivamente. La información que se proporciona sobre los ejercicios sirve para fijar el objeto de atención, para planificar la tarea y para estudiar las posibles estrategias de actuación (Cano-de-la-Cuerda *et al.*, 2015; Zhu, 2018). La información que un sujeto obtiene a partir de su actuación se denomina retroalimentación. La retroalimentación puede ser intrínseca y extrínseca. La información proporcionada vía intrínseca es la que el propio sujeto conoce por los receptores que le informan del estado de su propio cuerpo y del entorno, mientras que la extrínseca es la que proporcionan otras personas. En el caso de sujetos con trastornos o enfermedades que tengan la vía intrínseca muy disminuida, la vía extrínseca cobra una mayor importancia (Cano-de-la-Cuerda *et al.*, 2015). Las instrucciones verbales que se proporcionan al sujeto constituyen la retroalimentación extrínseca y la claridad de estas instrucciones influye en el aprendizaje correcto y efectivo. La comprensión correcta de las instrucciones conduce a la ejecución correcta del ejercicio, lo que se traduce en una adecuada retroalimentación intrínseca que resulta fundamental para crear nuevas sensaciones propioceptivas. Toda esta transformación en los esquemas cognitivos y propioceptivos conduce a una especie de *disonancia cognitiva* que es indispensable para que se pueda realizar la transferencia con éxito (Lucea, 1999: 84). Precisamente por esta cuestión relativa a la concordancia entre la información cognitiva y la información propioceptiva, se descartan los

ejercicios de estilo imitativo y con mensajes de tipo figurativo y metafórico<sup>37</sup> que no proporcionan información fisiológica real y pueden generar malas interpretaciones puesto que se observa que solo benefician a aquellas personas que tienen condiciones innatas para el canto (Chapman, 2016: XVIII).

En cuanto a la fase de *repertorio*, uno de los principios del aprendizaje y de la transferencia motora es que el contenido de la enseñanza sea significativa, que interese al participante, que se vincule con sus conocimientos previos y su ámbito cultural (Lucea, 1999: 84). Por eso tanto los ejercicios de canto como el repertorio pertenecen al área de los estilos occidentales tanto del estilo clásico como de la música comercial contemporánea o moderna. Son tipos de emisión vocal y estilos musicales cercanos a los participantes y pertenecientes a su cultura. Además, mientras que los ejercicios prácticos son elegidos por la profesora según las carencias observadas en la fase de calentamiento, las canciones de la fase de repertorio pueden ser elegidas por los propios participantes de entre aquellas que más sean de su gusto.

### 3.6.3 Ejercicios seleccionados para la intervención

La fase de *calentamiento* comprende ejercicios respiratorios con y sin fonación para que tanto el apoyo respiratorio como el sistema fonatorio sean entrenados.

1. Se efectúan ejercicios respiratorios sin fonación (Miller, 1996a: 29-31), ya que la respiración es la única función vital que puede entrenarse y regularse a voluntad (van Dixhoorn, 2007). La finalidad de estos ejercicios es ser capaz de coordinar correctamente el movimiento abdominal con cada fase respiratoria<sup>38</sup>. Uno de los ejercicios consiste en mover el abdomen en posición de apnea bien inspiratoria bien espiratoria. En algunos casos es necesario

---

<sup>37</sup> Las imágenes y las metáforas son transmitidas por el profesor de manera verbal y se sustentan sobre sensaciones propias producto de su experiencia personal o sobre las metáforas e imágenes generalmente aceptadas. Como ejemplo de ejercicios metafóricos y figurativos utilizados de manera tradicional se puede encontrar: “respira como si olieras una rosa”, “coloca el sonido como si lo sujetara una bandeja”, “manda el sonido a los ojos”, “coloca el sonido en la máscara”, “cuelga el sonido como de un hilo”, “suena a metal, conviértelo en madera”, “apoya el sonido en las plantas de los pies”, “respira con el estómago”, “vomita la voz”, “redondea la voz” (McKinney, 2005, p. 55-56; Callinan-Robertson et al., 2006, Bowes, 2009; Roa Ordóñez, 2018).

<sup>38</sup> Se observa que todos los participantes adoptan una posición abdominal compatible con la espiración en la fase de inspiración y viceversa. Al intentar sincronizar los movimientos, algunos de los sujetos no son capaces de mover siquiera el abdomen de manera voluntaria, así que la primera fase para ellos consiste en tomar consciencia de la posibilidad de controlar voluntariamente dicho movimiento.

ayudar al movimiento con la propia mano del sujeto en su estómago. Un recurso aplicado es pedir al sujeto que imagine todo el tronco del cuerpo como un saco que debe llenarse y vaciarse. Una vez conseguida la coordinación se aumenta gradualmente la velocidad del ciclo respiratorio.

2. Seguidamente se trabaja sobre *staccatos* que son notas cortas y rápidas similares a *golpes* musicales (Miller, 1996a: 12-17). El movimiento abdominal de estos *staccatos* puede ser el utilizado en la fase inspiratoria o espiratoria. Se elige para vocalizar la vocal [i] por ser la de menor distancia interdental. Los ejercicios de *staccato* pueden efectuarse con vocalización, es decir, sobre una base musical<sup>39</sup> o sin ella. Por ello, no es necesario que los *staccatos* se realicen sobre toda la extensión de la voz, al menos en fases iniciales. De hecho, algunas veces es suficiente con repetir varias veces el ejercicio sobre la misma nota o incluso sobre la voz hablada. Para aumentar la velocidad es necesario la utilización de un metrónomo, una herramienta de utilidad para los músicos (véase la figura 8).

---

<sup>39</sup> La base musical para las vocalizaciones depende del objetivo que se pretende conseguir. Para el presente experimento y teniendo en cuenta que los participantes carecen de preparación de canto y de cualidades innatas sobresalientes, se elige una base de vocalización sencilla y corta, compuesta de cinco notas musicales. Cuanto más cortos son los ejercicios mayor cantidad de vocalizaciones se pueden realizar teniendo en cuenta que se trata de sujetos con extensiones tonales muy disminuidas.



Figura 8. Diferencia entre metrónomo tradicional y digital. El metrónomo se utiliza en música para trabajar con distintas velocidades rítmicas. El tradicional se encuentra a la izquierda de la imagen (extraído de Wikimedia Commons). A la derecha se puede observar el aspecto de uno de los metrónomos digitales utilizados en el experimento (extraído de Zymi, aplicación desarrollada por Raffaele Sgarro).

Después del calentamiento se procede con la *fase de técnica* propiamente dicha. Se eligen los ejercicios según el estado vocal observado en el calentamiento y teniendo en cuenta lo expresado en la anamnesis de cada participante<sup>40</sup>. Los ejercicios de técnica profundizan de manera más exigente en algunos aspectos de la fase de calentamiento, pero también tratan otros aspectos nuevos y siempre tienen la base melódica de una vocalización que recorre toda la extensión de la voz. La forma de ejecutar los ejercicios técnicos consiste en una primera emisión de forma natural frente a una repetición con un elemento técnico modificado —por ejemplo, se pide vocalizar sobre la vocal [i] para inmediatamente volver a vocalizar la misma vocal descendiendo la mandíbula y buscando la compensación lingual—.

<sup>40</sup> Por ejemplo, si el sujeto expresa que tiene dolor de garganta por catarro o alergia se trabaja con menor exigencia el rango y los registros vocales, es decir, los ejercicios fonatorios y se insiste más en el trabajo respiratorio y articulatorio.

En esta fase de la intervención se practican ejercicios técnicos respiratorios, fonatorios y articulatorios. En ciertos momentos es necesario trabajar estos aspectos de manera individual para que el sujeto pueda darse cuenta del efecto que causa cada uno de ellos en la voz. En otras ocasiones es coordinar dos o más al mismo tiempo para desarrollar la sinergia entre ellos (Gullaer *et al.*, 2006).

1. Los ejercicios respiratorios tradicionalmente, inciden de manera directa en el dominio del fraseo musical, es decir, la longitud de las frases. Para dominar el fraseo es necesario entrenar el control de la emisión de aire y la técnica de canto que trabaja dicho control, el *apoyo* o *appoggio*, como se denomina en italiano. Es necesario que el soplo aéreo responda a las demandas musicales de la frase que se debe cantar y para ello se combinan ejercicios de dosificación aérea con vocalizaciones cantadas en todo el rango vocal del participante — intentando extender poco a poco dicho rango— sobre vocales, diptongos o sílabas. En la voz cantada, la duración de la fase de espiración debe ser mayor a la habitual (Titze, 1994: 75; Miller, 1996a: 20-39; Watson, 2019: 90); así pues se opta por la práctica técnica de expansión abdominal (Sundberg, 1987: 25; Titze, 1994: 76; Watson: 2019: 102-103) que resulta tener mejores efectos y ser más comprensible durante el experimento piloto. Se pide a los participantes que mantengan la posición muscular inspiratoria mientras efectúan los ejercicios fonatorios (Titze, 1994: 75-76; Watson: 2019: 97, 102). El estado de oposición y control continuo entre las fuerzas musculares inspiratorias y espiratorias se denomina en terminología de canto tradicional *lutte vocale* o lucha vocal (Lamperti, 1916: 25; Stark, 2008: 99-100). Los ejercicios respiratorios se realizaron en bipedestación para mayor comodidad del movimiento muscular abdominal.

Asimismo, la dosificación aérea influye en la amplitud de la onda sonora mediante el grado de presión que ejerce sobre los pliegues vocales o presión subglótica (Cobeta y Mora, 2013: 518). A mayor grado de presión, mayor amplitud (Coll, 2013a: 144). El correlato perceptivo de la amplitud es la intensidad y perceptivamente los sonidos se clasifican como fuertes o suaves. El entrenamiento sobre la dosificación aérea es fundamental en la técnica de



canto para poder producir sonidos de diferente intensidad con una finalidad artística. Para entrenar la intensidad en canto se usan los denominados *ejercicios de dinámicas*. Dinámica es el término utilizado en música para designar las variaciones de intensidad que se usan para fines expresivos (Coll, 2013a: 144). En el canto se usa tradicionalmente la terminología italiana y se denomina al sonido suave, *piano* y al muy suave, *pianissimo*. El sonido fuerte es el *forte* y el muy fuerte, el *fortissimo*.

Los ejercicios de dinámicas tienen por objetivo que el alumno de canto aprecie que los cambios de intensidad se producen como consecuencia directa del grado de apoyo respiratorio y no mediante una presión deliberada y directa de la musculatura laríngea. Uno de los ejercicios más efectivos y utilizado es el denominado *mesa di voce* que consiste en producir una nota musical mantenida y mientras se produce sin interrupción, aumentar o disminuir la amplitud a voluntad.

2. Los pliegues vocales pueden realizar muchos tipos de ajustes de manera voluntaria y los sonidos producidos son los que varios investigadores han denominado *modos de fonación* (Catford, 1964; Ladefoged 1971: 7; Laver, 1968; 1994; Gordon y Ladefoged, 2001). En los modos de fonación actúan tres tipos de tensiones musculares: la tensión longitudinal, la tensión media y la tensión de aducción de los aritenoides (véase la figura 9).

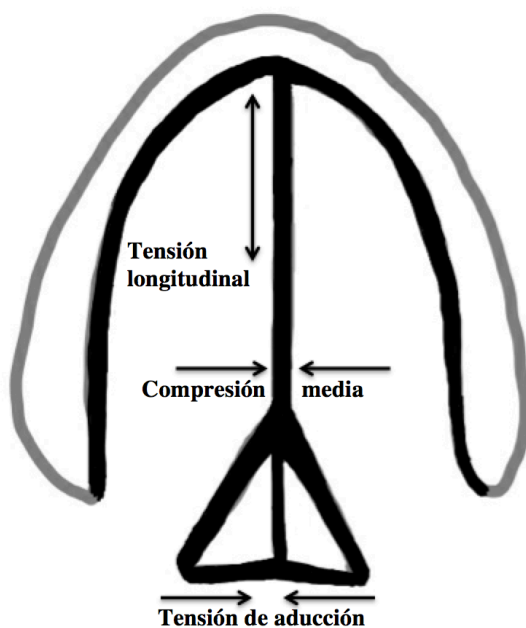


Figura 9. Acciones musculares que actúan en la fonación. La tensión longitudinal corresponde a los músculos tiroaritenoides —cuando los cricotiroideos se contraen los tiroaritenoides se relajan y viceversa—. La compresión media corresponde a los músculos cricoaritenoides laterales y la tensión de aducción de los aritenoides corresponde al músculo interaritenoideo (Adaptado de Laver, 1980: 108).

Los ejercicios fonatorios son ejercicios que actúan directamente sobre dos comportamientos fundamentales de los pliegues vocales: la longitud o la tensión longitudinal —es decir, la elongación (Jiang *et al.*, 2000; Jiang y Hoffman, 2016: 53) o el acortamiento (Guyton y Hall 2016: 1235; Kayes, 2019: 20-22) de los pliegues vocales y el grado de cierre de los mismos (Ladefoged, 1971; Laver, 1980: 108). En terminología de canto equivalen a la extensión o rango tonal y a los registros vocales (Miller, 1996a: 115-149 y 161-170; Henrich, 2014: 12-14).

El trabajo sobre el rango tonal —la cantidad de notas que un cantante ha de producir para poder ejecutar cualquier pieza cantada— es una de las tareas básicas de todo entrenamiento vocal (Titze, 1994: 191). El aumento o disminución de la frecuencia fundamental depende de la tensión de los pliegues que altera la masa de los mismos (Titze, 1994: 193).

Cuando los pliegues experimentan un alargamiento longitudinal, su masa disminuye y la tensión aumenta y eso determina el incremento de  $f_0$  y la producción de los perceptualmente denominados *sonidos agudos* (Jiang *et al.*, 2000; Cobeta, Peinado y García-López, 2008: 2558; Jiang y Hoffman, 2016: 53).

Cuando los pliegues vocales se contraen, se acortan y su masa aumenta. La consecuencia es una bajada de  $f_0$  que produce los perceptualmente llamados *sonidos graves* (Cobeta, Peinado y García-López, 2008: 2558; Guyton y Hall 2016: 1235; Kayes, 2019: 20-22).

Como el rango tonal que un sujeto necesita para la voz hablada es mucho menor que para la voz cantada (Titze, 1994: 215)<sup>41</sup>, cualquier alumno comienza el entrenamiento de canto con un rango tonal muy limitado. Para ampliarlo debe practicar vocalizaciones que recorren todo el rango tonal del participante. Es decir, el objetivo de estas vocalizaciones repetitivas es producir sonidos cada vez más agudos o más graves —frecuencias fundamentales más altas o más bajas— mediante la tensión y la relajación de los distintos grupos musculares. Poco a poco se consiguen más grados de elongación para una mayor facilidad de emisión de las notas agudas, y también más grados de contracción para que la emisión de las notas graves sea más cómoda y fluida.

Otro de los aspectos que es fundamental trabajar en la voz cantada es el grado de cierre de los pliegues vocales. Primeramente, es necesario controlar la apertura y cierre deliberados de los pliegues vocales con los llamados ejercicios de *ataque vocal*. El ataque es el momento en el que se empieza a producir el sonido. Tradicionalmente existen tres formas de ataque del sonido: el ataque simultáneo en el que el cierre de la glotis y el paso del aire son prácticamente a la vez; el ataque duro en el que primero se cierra la glotis —en ocasiones con más fuerza de la debida— y el aspirado en el que la glotis se cierra —a veces de manera insuficiente— mientras el aire está pasando a través de ella (Vennard, 1967: 42-44).

---

<sup>41</sup> La voz humana es capaz de producir frecuencias que van de los 65 a los 1280 hercios (Schneck y Berger 2006: 164) y hasta los 1560 hercios en algunos casos. Tradicionalmente se considera que el cantante de canto clásico debería poder cantar al menos dos octavas o dos octavas y media para poder afrontar la mayoría de papeles operísticos.

Una vez el sujeto ha conseguido el objetivo de cerrar y abrir a voluntad sus pliegues y de graduar la fuerza del cierre, comienza el trabajo con los registros vocales. *Registro* es un término perceptivo que refleja una realidad biomecánica laríngea. García<sup>42</sup> (1847: 1-2) establece que los registros están compuestos de sonidos consecutivos y homogéneos producidos por el mismo principio mecánico. Es decir, cada registro se diferencia de otro por el principio mecánico que lo origina. Asimismo, también establece que los registros son independientes del timbre o de la intensidad. La existencia de los registros como mecanismos laríngeos ha sido corroborada mediante la electroglotografía, la espectrográfica (Roubeau, *et al.*, 2009) o la videoquimografía (Švec *et al.*, 2008).

Los registros que todo cantante necesita ejercitar desde más grave a más agudo son el llamado *fry*,<sup>43</sup> la voz de pecho, la voz de cabeza o falsete — *falsetto*— y el registro *whistle* o *silbido*. Según García (1847) la llamada *voz de pecho* sucede al descender a la zona grave de la voz y ponerse en vibración toda la longitud de los pliegues vocales; a medida que se asciende hacia tonos más agudos los pliegues se alargan, se hacen más delgados y se van separando. Se trata del registro de falsete y requiere una gran cantidad de aire para producirlo (García, 1847). Posteriormente se ha comprobado en videoquimografía que la diferencia entre los registros depende en su mayor parte, de la superficie de contacto que presentan los pliegues vocales. Por ejemplo, el registro de cabeza presenta una superficie de contacto del 65 % mientras que el contacto en el registro *whistle* es el 0 % (Švec *et al.*, 2008). Es decir, a medida que el tono asciende, los pliegues vocales van perdiendo superficie de contacto hasta que dejan de contactar por completo (véase la figura 10).

---

<sup>42</sup> Manuel García, el histórico profesor de canto del siglo XIX, investigador de la voz e inventor del laringoscopio.

<sup>43</sup> Algunos registros se denominan por convención por su nombre en inglés.

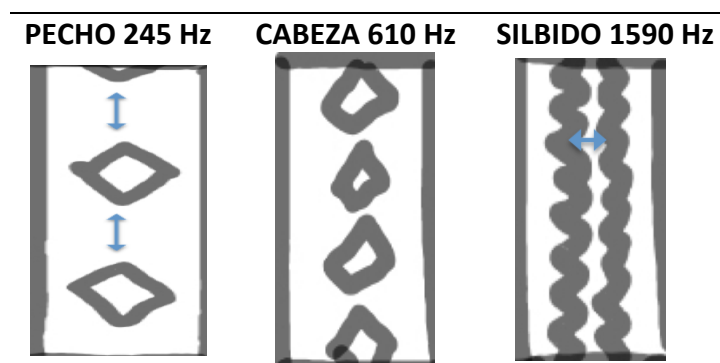


Figura 10. Representación de los tres registros más utilizados por la voz femenina cantada. En el registro de pecho, a la izquierda, las flechas indican la superficie de contacto entre ambos pliegues vocales. En el registro de cabeza, en el centro, se puede observar que al aumentar la frecuencia fundamental la superficie de contacto se ha reducido. En el registro de silbido o *whistle*, a la derecha, la superficie de contacto no solo se ha reducido, sino que como indica la flecha, se observa que existe un espacio entre los pliegues (Adaptado de Švec *et al.*, 2008).

A medida que el sujeto alcanza una extensión tonal mayor, es necesario entrenar las zonas tonales nuevas y las zonas de transición entre registros, que en voz cantada se denomina *passaggio*, y que, en un principio suena de manera abrupta (véase la figura 11) hasta que el alumno aprende a suavizar dichas transiciones (Stark, 2008: 58).

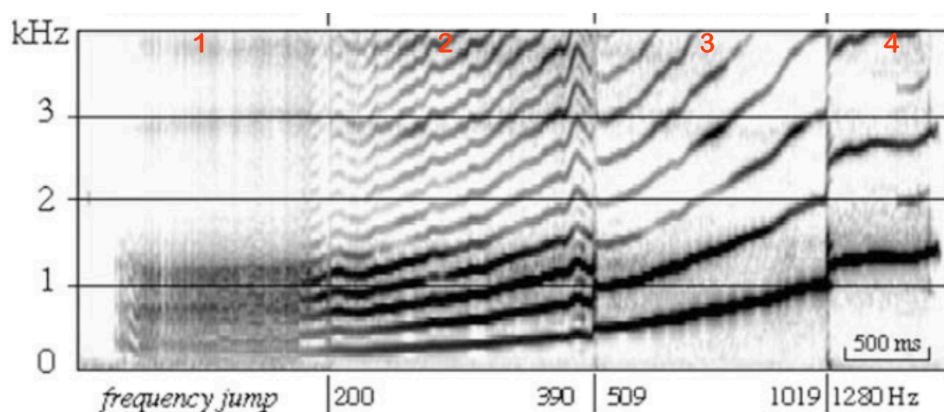


Figura 11. Espectrograma de banda estrecha en el que se pueden observar los armónicos de los diferentes registros vocales. La imagen refleja los cambios bruscos e irregularidades que se producen entre los registros cuando no se suaviza el paso entre uno y otro. En la zona 1 se puede observar el registro *fry*; en la zona 2, la voz de pecho; en la zona 3, la voz de cabeza y en la zona 4, el registro *whistle*. Se trata de un ejercicio de *glissando* típico del entrenamiento de voz cantada. *Glissando* es un término italiano que significa 'deslizar' y se realiza produciendo una subida paulatina de la frecuencia fundamental desde la zona más baja a la más alta o, como se diría en terminología musical, de los graves a los agudos de la voz. En el eje de ordenadas se sitúan las frecuencias de los armónicos; en el de abscisas, el tiempo y en la línea de *frequency jump* se puede observar las frecuencias a las que suceden los cambios en la voz (Roubeau *et al.*, 2009).

Para ello, el participante trabaja con vocalizaciones que evidencian dónde se produce el paso de registro para aprender justo la localización precisa del cambio, cuál es el mecanismo laríngeo exacto del registro previo y el del registro posterior y con otras vocalizaciones que extienden los registros, es decir, que unos registros se producen con las características de cierre o apertura de otros para así suavizar la transición (Castellengo *et al.*, 2007).

Por último, los ejercicios que inciden sobre el grado de cierre de los pliegues vocales mejoran la amplitud o la intensidad del sonido (Miller, 1996a: 1-19).

3. Modificar los órganos articulatorios influye en la calidad de la voz cantada. La insistencia del profesor de canto en abrir la cavidad bucal cuando se asciende hacia el agudo es algo muy conocido entre los alumnos<sup>44</sup>. La técnica de canto tradicional denomina *aggiustamento* a los cambios articulatorios necesarios para obtener una voz bella, potente e inteligible. Como el *aggiustamento* supone que son los cambios vocálicos los que unifican el timbre de la voz cantada a través de todos los registros de la manera más adecuada, Miller (1996a: 150-159) sustituye dicho término por el de *modificación vocálica*. Sin embargo, Miller y Schutte (1990) observan que el objetivo real de la modificación vocálica es la de modificar los formantes más bajos de la voz mediante estrategias articulatorias para así atenuar o amplificar ciertos armónicos y su zona circundante. Teniendo esto en cuenta, el término *ajuste formántico* propuesto por ambos autores sería el más correcto (Miller y Schutte, 1990). El tracto vocal con sus continuos ajustes filtra la señal proveniente de los pliegues vocales y con los espacios y constricciones que genera, aumenta y reduce la amplitud de dicha señal. Los ejercicios articulatorios con voz cantada consisten en buscar diferentes ajustes para modificar los formantes y encontrar el equilibrio entre la optimidad resonancial y la inteligibilidad. Sin embargo, entre el sistema articulador y el fonatorio

---

<sup>44</sup> En la Córdoba del califato Omeya del siglo IX bajo el reinado de 'Abd ar-Rahman II, Abu I-Hasan Ali ibn Nafi' alias Ziryab —el mirlo— funda una de las primeras escuelas de música de Europa. Su sobrenombre se debe a su voz profunda y oscura. Ziryab recomienda a sus alumnos de canto colocar una pieza de madera entre sus dientes de unos dos o tres dedos de anchura y llevarla día y noche para adquirir el hábito de abrir la mandíbula y lograr así un sonido mucho más bello (Al-Maqqari, 1840: 121).

existe tal grado de interacción que, ejercicios específicos del primero, contribuyen a generar cambios biomecánicos en el segundo (Titze, 2008; Laukkanen *et al.*, 2008; Johnson, 2012: 317; Koc y Ciloglu, 2016; Lirio, 2020).

4. El profesor de canto explora los ajustes articulatorios mediante los efectos perceptivos que se suscitan derivados de las modificaciones resonanciales o *timbre* en voz cantada<sup>45</sup> (Miller, 1996a: 48-63; Hewlett y Beck, 2010: 218; Henrich, 2014: 55-60). Normalmente las instrucciones que se le ofrecen al alumno están basadas en las variaciones tímbricas que se perciben (Kreiman y Sidtis, 2011: 12-13). En el presente experimento la resonancia no se trabaja con terminología figurada sino a través del descubrimiento de sensaciones propioceptivas fruto de la combinación de ejercicios de extensión tonal con vocales, consonantes, sílabas, diptongos, triptongos, etc., producidos con diferentes posiciones articulatorias. Cuando el patrón motor se adapta a cualquier entorno cambiante, se asegura el triunfo de la transferencia motora. Una de las habilidades que más impresionan en un cantante es la producción de sonidos muy agudos. En el caso de que aumente  $f_0$  sin que ocurra un aumento similar de los primeros formantes, la producción de sonido comienza a ser inestable llegando incluso a cortarse el sonido por completo (Henrich, 2014: 14). La principal estrategia de un cantante para aumentar la frecuencia del primer formante es abrir la mandíbula ya que este formante es sensible a la apertura bucal (Titze, 2001; 2004). Sin embargo, la apertura mandibular afecta a los formantes más bajos, justamente los requeridos para la inteligibilidad de una lengua. Tanto los labios como la lengua han de actuar para compensar articulatoriamente este obstáculo, pero ambos articuladores tienen muy difícil la tarea compensatoria en caso de extrema apertura (Ohala y Eukel, 1987). Para trabajar este aspecto se realizan vocalizaciones sobre la vocal [i] con una gran apertura mandibular y manteniendo la mejor inteligibilidad posible o sobre una [u] sin que el redondeo labial ocasione el cierre de la mandíbula (Lirio, 2020).

---

<sup>45</sup> Las sensaciones que despiertan las variaciones tímbricas en cada sujeto se suelen concretar en expresiones muy imaginativas y sugerentes que se incorporan a la terminología de canto: voz alta, baja, fuerte, resonante, clara, oscura, melodiosa, gutural, modulada, débil, estridente, tensa, cansada, relajada, ronca, metálica, nasal, dulce, ronca, cálida, acogedora, fría, profunda, aguda, etc. (Kreiman y Sidtis, 2011: 12-13).

Para que el timbre resulte perceptivamente más agudo es necesario elevar el segundo formante — $F_2$ — y para ello hay que anteriorizar las vocales (Jakobson, Fant y Halle, 1951: 30; Lieberman y Blumstein, 1988: 221-222). Asimismo, la raíz de la lengua puede adoptar una posición de elevación o de retracción. La posición de elevación crea una gran cavidad faríngea mientras que la posición de retracción causa constricción faríngea (Esling, 2005). Acústicamente los sonidos producidos con la raíz de la lengua elevada suben el tercer formante — $F_3$ — y la voz suena acústicamente más brillante al tener un incremento en las frecuencias más altas del espectro (Ladefoged y Maddieson, 1996: 292). Los diptongos o triptongos se trabajan manteniendo la apertura mandibular mientras la lengua produce los sonidos compensando las deficiencias articulatorias. Y en el caso de las sílabas, es necesario automatizar puntos de articulación diferentes. Por ejemplo, en caso de apertura, las interdentes se deben reconvertir a dentales (Lirio, 2020).

Los ejercicios de este tipo que tanto abundan en el canto tienen efectos muy relevantes para la voz hablada puesto que mejora significativamente la inteligibilidad en las personas mayores al ampliar el área de espacio vocal (Mautner, 2016).

Los ejercicios de velo del paladar o paladar blando son también importantes en un protocolo de técnica de canto para alcanzar la denominada *impostación* de la voz. La *impostación* otorga al canto una cualidad tímbrica operística o de tipo lírico que induce sensaciones de vibración en la llamada *máscara*, la zona donde se encuentra la cavidad nasal (Bloem-Hubatka, 2014; Isherwood, 2019: 106).

La cavidad nasal funciona como una cavidad de resonancia y el velo del paladar la separa de la cavidad bucal. El velo del paladar puede elevarse o descender a voluntad. Si se encuentra relajado y en posición de descenso implica la apertura completa del puerto velofaríngeo. Esa configuración es la idónea para la respiración ventilatoria y para la producción de sonidos nasales (Lindblom y Sundberg, 1971), aunque se puede abrir hasta cierto punto sin que aparezca nasalidad en la voz (Zsiga, 2012: 48). El sonido que se produce con la



posición elevada y tensa del velo que estrecha la apertura velofaríngea es el más deseado por la tradición del canto clásico al ser la configuración usada por los cantantes para alcanzar la *impostación* de la voz (Sundberg, 1987: 22; Stark, 2008: 53; Gill *et al.*, 2020; Aura *et al.*, 2020). De hecho, García en 1840 refiere que el velo del paladar ha de estar elevado para que un cantante logre un timbre claro y descendido en caso de que pretenda un timbre oscuro. La falta de movilidad en el velo del paladar denota un cantante inexperto y con un déficit técnico (Isherwood, 2019: 106).

Cuando se produce el habla, el velo se encuentra elevado y cierra el puerto velofaríngeo, a excepción de cuando se generan sonidos nasales como la [m] o la [n] (Zsiga, 2012: 11). El velo del paladar también interviene en la producción de consonantes oclusivas velares como la [k], la [g], la [ŋ] o la [ɣ] (Zsiga, 2012: 25). Además, cuando la vocal se halla en posición adyacente a una consonante nasal, la vocal se produce con el velo descendido. Normalmente ocurre cuando la vocal antecede a la consonante nasal (Zsiga, 2012: 48).

Los ejercicios de canto que se aplican, tienen en cuenta todos los puntos anteriores y se utilizan vocalizaciones con sílabas donde aparezcan nasales u oclusivas velares para mover el velo del paladar según lo deseable. Otros ejercicios consisten en vocalizaciones con vocales nasalizadas y no nasalizadas. Todas las vocalizaciones de esta sección se deben llevar hacia la zona más aguda de la voz puesto que cuando la frecuencia fundamental se eleva, la apertura velofaríngea decrece (Austin, 1997).

La *fase de repertorio* es la parte de la clase que permite la puesta en práctica de lo aprendido en la fase técnica, es decir, la transferencia de la habilidad. El repertorio se conforma poco a poco con piezas adecuadas al nivel que tenga el alumno y que permitan que practique la técnica adquirida con las vocalizaciones. El repertorio se complica a medida que el alumno progresa.

Se eligen las canciones según las facultades vocales que va adquiriendo y desarrollando el participante (cf. § Anexo III). Se respeta el repertorio de su elección, pero siempre teniendo en cuenta que es necesario trabajar con tonos bajos, medios y altos, bien en la misma canción o en canciones diferentes. A veces se necesita realizar adaptaciones adecuadas a cada participante.

Es importante mencionar la importancia de que el participante continúe estudiando y practicando en casa. Para ello se le proporcionan grabaciones de la clase, se le sugieren ejercicios, se le piden tareas intelectuales como las de escucha de piezas musicales para comparar versiones de diferentes cantantes y se les enseña a utilizar tecnologías adecuadas para que puedan trabajar autónomamente en casa.

### **3.7. Datos técnicos de las grabaciones**

Las grabaciones se realizan en dos salas diferentes. Una de ellas proporcionada por la APM en sus instalaciones, de ambiente tranquilo y semiaislada; la otra expresamente alquilada por la persona que presenta este estudio<sup>46</sup> y aislada acústicamente (Javkin *et al.*, 1987). Se tiene en cuenta el nivel de ruido ambiente de las salas puesto que un nivel de más de 50 dB, que es el nivel de una conversación tranquila (Berger *et al.*, 2003), puede comprometer la idoneidad de las muestras (Titze, 1995). Para un control básico del ruido ambiente en primera instancia se utiliza la aplicación de sonómetro SoundMeter instalada en un Ipad Air 2 con un sistema operativo Apple<sup>47</sup>. Si se observa la interferencia de una fuente de sonido que pueda comprometer la muestra, se toma nota y se procede a repetir la toma todas las veces que son necesarias.

---

<sup>46</sup> Los participantes con enfermedad de Parkinson son grabados en la sede de la APM que pone a disposición del estudio una sala especial de juntas en el edificio dedicado a secretaría y administración. Esto es así porque los enfermos de Parkinson necesitan de edificios arquitectónicamente accesibles debido a la discapacidad que les afecta.

<sup>47</sup> Algunas aplicaciones de este tipo demuestran ser suficientes para valoraciones sonoras en general. En concreto, SoundMeter instalada en un sistema iOS tiene una mayor fiabilidad que instalada en un sistema operativo Android debido a que el soporte técnico de estos dispositivos es mucho más barato y de peor calidad que los del sistema Apple (Kardous y Shaw, 2014).

El instrumental para la recogida de datos<sup>48</sup> es el considerado estándar en este tipo de experimentos. Consiste en una grabadora digital portátil Zoom H4N (véase la figura 12) ajustada a 44.100 Hz como frecuencia de muestreo y a 16 bits de resolución y con la ganancia fijada a 40 dB. El micrófono que se acopla a la grabadora es de la marca Audio-Technica PRO 70, micrófono de solapa, con patrón polar cardioide y una respuesta en frecuencia de 100 a 14.000 Hz. La conexión con el micrófono se realiza mediante conexión XLR equilibrada. La conexión equilibrada disminuye las interferencias electrónicas que llegan del exterior. Consta de tres polos: dos de ellos llevan la señal de audio y el otro es una protección que actúa como toma de tierra y es la forma perfecta de obtener la mayor calidad de sonido posible (León, 2009: 201). Las muestras se graban en estéreo y en formato *.wav*.



Figura 12. Grabadora Zoom H4N utilizada en el presente estudio. Extraído de [www.zoom.co.jp](http://www.zoom.co.jp).

---

<sup>48</sup> El instrumental de grabación de campo se aprueba por el equipo del Dr. Gómez-Vilda de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) que codirige esta tesis y se ofrecen las instrucciones más adecuadas para su uso en cuanto a ajustes de la grabadora y utilización del micrófono. Teniendo en cuenta que el programa con el que se analizan las muestras es creado por dicho equipo se opta por ajustar las características técnicas a las recomendaciones del equipo de la UPM en vez de seguir por completo las aconsejadas por Švec y Granqvist (2010), aunque según dichos autores las diferentes tareas fonatorias pueden requerir instrumental y ajustes distintos. El Dr. Nieto, integrante del grupo, tuvo la amabilidad de analizar algunas muestras tomadas con el equipo asegurando su precisión y adecuación.

La direccionalidad del micrófono es un aspecto muy importante que se debe considerar en este tipo de estudios. En primer lugar, la calidad de un estímulo grabado por un micrófono de patrón cardioide o direccional puede verse afectada por el ángulo en que se encuentre la fuente de sonido. En la siguiente figura (véase la figura 13) se puede observar el patrón del micrófono utilizado en el experimento y la zona de máxima calidad de grabación. El micrófono direccional recoge la señal que procede justo de enfrente de él y reduce o incluso suprime los sonidos que se pudieran producir lateralmente y en la parte posterior del mismo (Švec y Granqvist, 2010). Es fundamental situar el micrófono en la dirección correcta para garantizar la calidad de la señal.

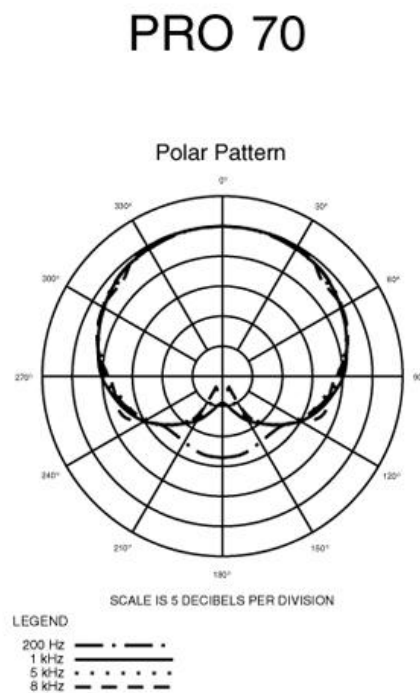


Figura 13. Representación del patrón polar del micrófono ofrecida por el fabricante. Extraída de [www.audio-technica.com](http://www.audio-technica.com).

Asimismo, es fundamental la distancia entre el micrófono y la fuente del sonido. En primer lugar, cuando la voz se emite, una parte de la señal reverbera hacia la laringe como resultado de la impedancia de los labios y dando lugar a un incremento de las frecuencias altas de la voz y a una disminución de las más bajas (Schroeder, 2013: 96-97). A este fenómeno se le denomina *impedancia por la radiación labial*

(Javkin *et al.*, 1987; Baken y Orlikoff, 2000: 431). En segundo lugar, los micrófonos direccionales experimentan el llamado *efecto de proximidad*. A medida que el micrófono direccional se posiciona más cerca de la fuente de sonido, se incrementa la amplitud de las frecuencias bajas de la señal sonora (Švec y Granqvist, 2010; Case, 2016; Young, 2019: 409-418). Para atenuar los efectos de ambos fenómenos, se posiciona el micrófono a unos 15 o 20 centímetros de la boca del participante (Švec *et al.*, 2009; Švec y Granqvist, 2010). Asimismo, el fabricante indica que el micrófono tiene una selección de filtro de paso alto de 80 Hz, que es un filtro que atenúa los componentes de baja frecuencia, y otra posición que permite seleccionar una respuesta de frecuencias plana (véase la figura 14) que ha sido la elegida para el presente estudio y que es la más adecuada para capturar el espectro completo de la señal de voz (Švec y Granqvist, 2010).

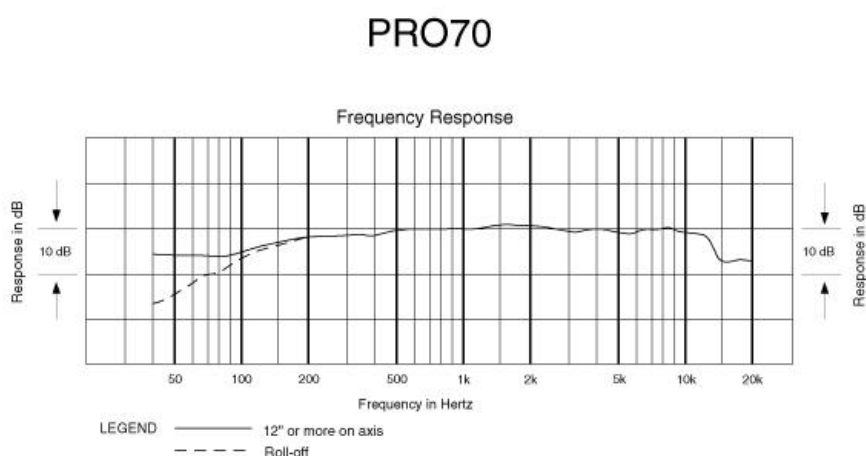


Figura 14. Representación de la respuesta en frecuencia del micrófono. Extraída de [www.audio-technica.com](http://www.audio-technica.com).

Por último, en la siguiente tabla (véase la tabla 11) aparece el equipamiento musical necesario para impartir las sesiones. En la tableta digital y en el teléfono móvil se encuentran instaladas las aplicaciones de piano digital, sonómetro, metrónomo y afinador para el trabajo con el grupo de Parkinson en la sala cedida por la APM. El piano digital de marca Casio es el utilizado para el trabajo de los participantes del grupo control en la sala aislada acústicamente.

Tabla 11. Características del equipamiento musical necesario para impartir las sesiones.

Características del equipamiento			
Tipo	Marca	Modelo	Versión
Tableta digital	iPad	Air 2	iOS 10.3 y actualizaciones posteriores
Teléfono móvil	WeiMei	Android	Android 7.0 y actualizaciones posteriores
Sonómetro (aplicación)	Sound Meter		1.0.0
Piano digital (aplicación)	Virtuoso Piano		Versión 3
Piano digital	Casio	Celviano	AP-20
Metrónomo (aplicación)	ZyMi		1.10
Afinador (aplicación)	Da Tuner		3.112

### 3.8. Metodología de recogida de las muestras de habla

La grabación de las muestras de habla se realiza antes y después de una intervención consistente en una clase de técnica de canto individual y personalizada de unos 50 minutos de duración. El participante permanece sentado, en consideración a su edad y enfermedad, mientras que se le da la instrucción de emitir la vocal [a] de forma mantenida durante al menos dos o tres segundos, de manera relajada y en un tono<sup>49</sup> cómodo (Gálvez-García *et al.*, 2019; Peplinski *et al.*, 2019; Hlavnička *et al.*, 2020; Moro-Velázquez *et al.*, 2021). La producción de una vocal mantenida puede resultar un ejercicio extenuante para las personas con Parkinson (Gálvez-García *et al.*, 2019). Sin embargo, esa duración es necesaria porque permite la extracción de un segmento con una longitud suficiente como para suprimir los problemas derivados de la irregularidad que poseen las ondas del ataque y del final de la vocal debido al movimiento de todos los sistemas que intervienen en la producción de la voz (Alonso *et al.*, 2005; Gálvez-García *et al.*, 2019)<sup>50</sup>.

Debido a la idiosincrasia de los participantes se realizan varias *tomas*<sup>51</sup> de la vocal [a] en cada momento de la recogida de datos precisamente para garantizar la duración y la estabilidad requeridas. En la tabla siguiente (véase la tabla 12) se puede

<sup>49</sup> *Tono* es el correlato perceptivo de la frecuencia fundamental y el término de instrucción que se utiliza unánimemente en música.

<sup>50</sup> El movimiento de los elementos que conforman el sistema fisiológico de la voz, esto es, el movimiento del sistema respiratorio, el fonador y el articulario, produce irregularidades en las ondas sonoras. Por eso para poder analizar con un alto índice de fiabilidad la señal de voz es necesario fragmentar los estímulos en segmentos más pequeños en los que se asume cierta estabilidad de la señal si el período de duración de la señal es de, al menos, entre 20 y 40 ms. (Godino y Gómez-Vilda, 2013: 85).

<sup>51</sup> De aquí en adelante se utiliza el término *toma* para hacer referencia a cada una de las grabaciones repetidas de cada muestra.

observar el número de muestras que se toman tanto antes como después de la intervención y cuántas se descartan *a posteriori*, en la fase de extracción, al analizar auditivamente los estímulos por encontrarse las muestras contaminadas por ruidos<sup>52</sup>.

En total, para el presente análisis se consideran 407 muestras previas a la intervención y 466 posteriores a la intervención.

Tabla 12. Detalle del número de sesiones a las que acuden los participantes y el número de muestras de la vocal [a] válidas y descartadas antes y después de la intervención.

Participante	Nº sesiones	Número de muestras de la vocal [a]			
		Antes de la intervención		Después de la intervención	
		Válidas	Descartadas	Válidas	Descartadas
<b>GPH01</b>	21	40	1	46	0
<b>GPH02</b>	15	21	6	24	6
<b>GPH03</b>	10	17	3	17	5
<b>GPH04</b>	10	13	3	22	7
<b>GPM01</b>	33	62	0	68	0
<b>GPM02</b>	31	60	3	64	7
<b>GPM03</b>	18	34	0	37	2
<b>GPM04</b>	9	24	0	19	0
<b>GCH01</b>	16	32	0	36	0
<b>GCH02</b>	16	32	0	34	0
<b>GCH03</b>	8	25	0	34	0
<b>GCM01</b>	13	27	0	27	0
<b>GCM02</b>	10	20	0	38	1
<b>Totales</b>		407	16	466	28

<sup>52</sup> Las muestras consideradas con *ruido* son aquellas que resultan interrumpidas por toses, estornudos, atragantamientos, movimiento del micrófono por culpa de los temblores, etc. y aquellas en las que el programa informático no es capaz de extraer datos al tratarse de emisiones de mala calidad, demasiado cortas, muy inestables o saturadas.

### 3.9. Metodología del análisis de los datos

La extracción de los valores de los parámetros de las muestras se realiza mediante el programa informático *BioMet<sup>®</sup>Phon* (versión 4.4), creado por el equipo de ingenieros del Dr. Pedro Gómez-Vilda<sup>53</sup> de la Universidad Politécnica de Madrid. El programa extrae la información de la onda glótica procedente de la grabación de una señal de voz. Con esta finalidad, se aplica un filtro informático que estima la función de transferencia y el efecto de radiación labial y los elimina de la señal de voz (Stemple *et al.*, 2020: 21) en el procedimiento denominado *filtrado inverso de la señal de voz* (Gómez-Vilda *et al.*, 2013b).

La interfaz de usuario de este programa informático se puede observar en la siguiente figura (véase la figura 15).

---

<sup>53</sup> Este programa pertenece a la compañía *BioMetroSoft<sup>®</sup>* “dedicada al desarrollo de herramientas y aplicaciones para la Biometría de la Voz, y a proporcionar soluciones y servicios de consultoría basadas en la misma tecnología”. Entre dichas soluciones se pueden encontrar: cobertura para los “servicios de seguridad basados en identificación del locutor, peritaje forense de la voz en aplicaciones e informes sobre la identificación de la voz sospechosa, análisis de locutores en *call centers* para la mejora de las transacciones entre el agente y el cliente, detección de estados emocionales para la prevención del fraude o la amenaza telefónica”, entre otras. Las aplicaciones de *BioMetroSoft<sup>®</sup>* en el campo de la clínica incluyen soporte para “foniatría y neurología para la detección y monitorización avanzada del deterioro neurológico” y para “la rehabilitación del habla en foniatría y del paciente laringectomizado”. La compañía fue “fundada a finales de 2011 como *start-up* de la Universidad Politécnica de Madrid, tras obtener el primer premio en la VII Competición para la Creación de Nuevas Compañías de Base Tecnológica, entre otras 260 propuestas”. Su tecnología se basa en “la extracción y caracterización de los perfiles de fonación de los locutores, y permite el establecimiento de diferentes niveles de inferencia. *BioMet<sup>®</sup>Soft* coopera con hospitales de la Comunidad de Madrid, Compañías de Consultoría, Gabinetes de Abogacía y Asesoría Legal, Entidades Financieras, Empresas de Generación de Energía, etc. Las aplicaciones desarrolladas por *BioMet<sup>®</sup>Soft* están en uso por los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado”. Para más información se puede consultar la web <http://www.glottex.com/>.



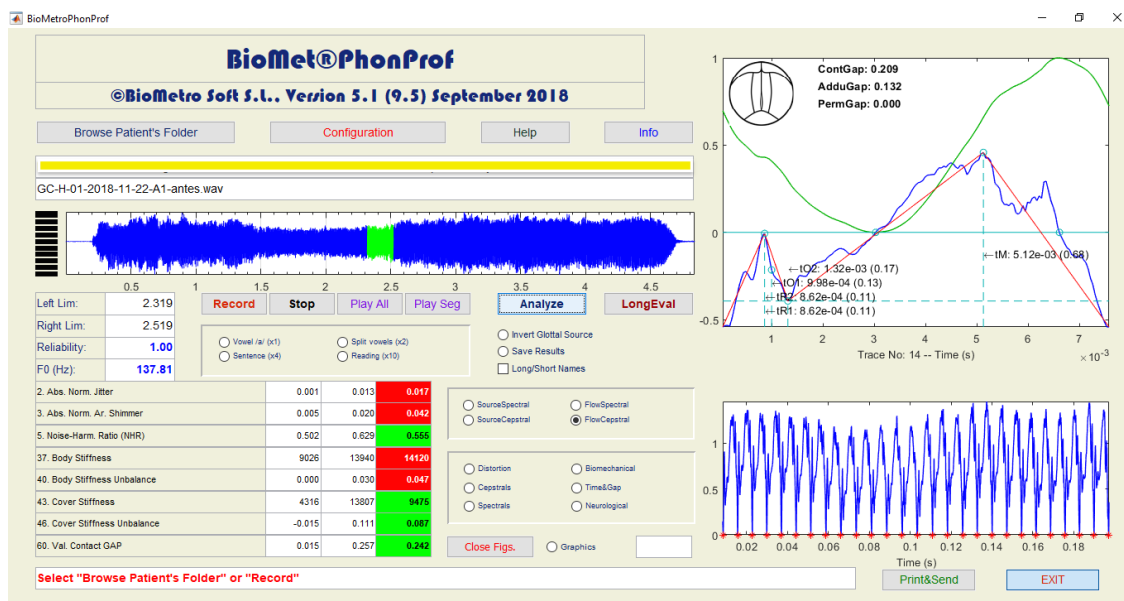


Figura 15. Interfaz de usuario del programa informático *BioMet®Phon*. Imagen capturada del análisis de la muestra de uno de los sujetos del estudio.

En la parte superior de la imagen, a la izquierda, se encuentra el oscilograma de la muestra analizada en color azul. El programa extrae automáticamente 500 ms correspondientes de la parte central de la grabación y lo señala mediante la posición del cursor que aparece en color verde.

Esta duración garantiza una mayor fiabilidad de la información biomecánica extraída, ya que esa extensión permite un número suficiente de pulsos glóticos analizables y, en consecuencia, el segmento resulta mucho más homogéneo (Rodellar-Biarge *et al.*, 2015). Si el análisis resulta imposible por la irregularidad extrema del segmento, se mueve el cursor en las inmediaciones de esa zona hasta encontrar un segmento con regularidad suficiente como para que el programa lo pueda analizar. El programa calcula la media y la desviación típica de cada parámetro analizado del segmento seleccionado.

Bajo el oscilograma, en la parte izquierda se observan ciertos valores seleccionados del total de los 72 parámetros fonatorios que procesa el programa. En esta investigación se opta por mantener la numeración original de los parámetros por efectos de comparación con otros trabajos. La columna blanca izquierda representa los valores mínimos y la blanca de la derecha los valores máximos de cada rasgo. En la columna coloreada en rojo o verde se encuentran reflejados los valores de los rasgos y su normatividad. Si estos valores se encuentran dentro de los límites normativos

aparecen en verde, si sobrepasan el límite superior aparecen en rojo y si no alcanzan el límite inferior normativo, aparecen en color celeste. A la derecha de la imagen, en la zona inferior se observan los pulsos glóticos de la muestra analizada cuyo pulso central se representa en la zona superior derecha. En esta imagen la línea roja representa el grado de apertura glótica, la verde el flujo de aire y la azul la fuente glótica.

El programa extrae los datos de cada muestra de voz convirtiéndolos en resultados numéricos que se guardan en un archivo Excel para el posterior análisis estadístico. Como cada parámetro se mide con diferentes magnitudes, es necesario estandarizar o normalizar los resultados, de lo contrario es imposible la comparación entre parámetros diferentes. El programa de manera automática realiza los cálculos y normaliza los datos a la mediana para permitir la comparación entre estas escalas.

El programa *BioMet®Phon* puede extraer 72 parámetros fonatorios diferentes (Gómez-Vilda *et. al.*, 2015a; Palacios, 2017: 68-73) que se agrupan en varias categorías<sup>54</sup>:

1. Parámetros de perturbación. Parámetros relacionados con las irregularidades en la onda sonora tanto en frecuencia como en amplitud. Evidencian problemas con calidad vocal y revelan las perturbaciones y distorsiones que influyen sobre la misma. Dichos parámetros — frecuencia fundamental, *jitter* y *shimmer*— fueron definidos en un apartado anterior (cf. § 2.2).
2. Parámetros cepstrales. Parámetros que se producen al aplicar a la señal de voz una serie de cálculos matemáticos *ad hoc*. El cepstrum es la transformada inversa de Fourier del logaritmo del espectro de la señal de voz. Se sabe que contiene información sobre la huella biométrica del locutor y sirve, además, para extraer el sexo o la edad de la persona directamente de la onda glótica (Muñoz, 2014).
3. Parámetros espectrales. El perfil espectral de la onda glótica se encuentra condicionado por el comportamiento viscoelástico de los pliegues vocales, así pues, contribuye a la detección de la existencia de una disfonía orgánica. Junto con otros parámetros ayudan en la identificación biométrica de la persona.

---

<sup>54</sup> Solo se han definido en el marco teórico los que se relacionan directamente con esta investigación. Los demás se nombran aquí porque forman parte del programa, pero su explicación se ha dejado fuera dado que no se analizan en el presente trabajo.

4. Parámetros biomecánicos. Describen el comportamiento biomecánico de los pliegues vocales. Los más significativos son la distribución de la masa y el grado de tensión tanto del cuerpo como de la cubierta de los pliegues vocales además de sus pérdidas y sus desbalances. Los valores de estos parámetros se calculan comparando unos ciclos con los ciclos vecinos. También son rasgos que sirven para la detección de trastornos vocales. Estos parámetros —los desbalances de la masa y de la tensión tanto del cuerpo como de la cubierta de los pliegues vocales— se han definido anteriormente (cf. § 2.2).
5. Parámetros temporales. Se encargan de medir los valores temporales y de amplitud de cada fase del ciclo glótico. Estos parámetros se relacionan con los valores obtenidos de cada uno de esos momentos. Las irregularidades en cada una de las fases influyen en la estabilidad del flujo glótico y son determinantes para la estimación de trastornos vocales.
6. Parámetros de defecto de cierre glótico o GAP. Estos parámetros evalúan los defectos en el cierre de los pliegues vocales mediante el cálculo del porcentaje de aire que se escapa en la fase de cierre en relación con el mismo porcentaje que pasa a través de la glotis durante la fase de apertura. GAP significa apertura glótica de la glotis por las siglas en inglés de *Glottal Aperture through glotis* ('apertura glótica a través de la glotis'). Cuanta más apertura, mayor cantidad de aire y menor número de armónicos.
7. Parámetros relacionados con el temblor. Son parámetros de perturbación a largo plazo e informan sobre las características del funcionamiento del sistema neuromotor relacionado con la producción de la voz. Los parámetros de temblor —fisiológico, neurológico y *flutter*— han sido definidos con anterioridad (cf. § 2.2).

La siguiente tabla (véase la tabla 13) ofrece una visión esquemática de todos los parámetros que el programa puede analizar.

Tabla 13. Detalle de los parámetros analizados por el programa BioMet®Phon. Están clasificados según los grupos generales a los que pertenecen. El programa utiliza nomenclatura en inglés (tabla adaptada de Gómez-Vilda et. al., 2015a; Palacios, 2017; Hidalgo, 2019).

<b>Parámetros de perturbación</b>	1.	Absolute Pitch o frecuencia fundamental o $f_0$
	2.	Abs. Norm. Jitter
	3.	Abs. Norm. Ar. Shimmer
	4.	Abs. Norm. Min. Sharp o coeficiente de agudeza
	5.	Noise-Harm. Ratio o relación entre ruido y armónicos
	6.	Muc./AvAc. Energy (MAE) u onda mucosa
<b>Parámetros cepstrales</b>	7.	MWC Cepstral 1 (Coeficiente cepstral de la onda mucosa)
	8.	MWC Cepstral 2
	9.	MWC Cepstral 3
	10.	MWC Cepstral 4
	11.	MWC Cepstral 5
	12.	MWC Cepstral 6
	13.	MWC Cepstral 7
	14.	MWC Cepstral 8
	15.	MWC Cepstral 9
	16.	MWC Cepstral 10
	17.	MWC Cepstral 11
	18.	MWC Cepstral 12
	19.	MWC Cepstral 13
	20.	MWC Cepstral 14
<b>Parámetros espectrales</b>	21.	MW PSD 1st Max. ABS.: Primer valor máximo de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica.
	22.	MW PSD 1st Min. rel.: Primer valor mínimo de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica.
	23.	MW PSD 2nd Max. rel.: Segundo valor máximo de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica.
	24.	MW PSD 2nd Min. rel.: Segundo valor mínimo de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica.
	25.	MW PSD 3rd Min. rel.: Tercer valor máximo de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica.
	26.	MW PSD End Val. rel.: Valor de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica a la mitad de la frecuencia de muestreo.
	27.	MW PSD 1st Max. Pos. ABS: Frecuencia del primer valor máximo de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica.
	28.	MW PSD 1st Min. Pos. rel.: Frecuencia del primer valor mínimo de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica en relación a la frecuencia del primer valor máximo.
	29.	MW PSD 2nd Max. Pos. rel.: Frecuencia relativa del segundo valor máximo de la potencia de la densidad espectral de la fuente glótica en relación a la frecuencia del primer valor máximo.
	30.	MW PSD 2nd Min. Pos. rel.: Frecuencia relativa del segundo valor mínimo de la potencia de la densidad espectral de la fuente glótica en relación a la frecuencia del primer valor máximo.
	31.	MW PSD 3rd Max. Pos. rel.: Frecuencia relativa del tercer valor mínimo de la potencia de la densidad espectral de la fuente glótica en relación a la frecuencia del primer valor máximo.
	32.	MW PSD End Val. Pos. rel.: Valor relativo de la mitad de la frecuencia de muestreo en relación a la frecuencia del primer valor máximo.
	33.	MW PSD 1st Min NSF: Grado de agudeza del primer valle en forma de "V" en la envolvente espectral de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica. Es la amplitud negativa del pico dividida por su anchura.
	34.	MW PSD 2nd Min NSF: Grado de agudeza del segundo valle en forma de "V" en la envolvente espectral de la potencia de la densidad espectral de la onda glótica. Es la amplitud negativa del pico dividida por su anchura.

<b>Parámetros biomecánicos</b>	35.	Body Mass	
	36.	Body Losses	
	37.	Body Stiffness	
	38.	Body Mass Unbalance	
	39.	Body Losses Unbalance	
	40.	Body Stiffness Unbalance	
	41.	Cover Mass	
	42.	Cover Losses	
	43.	Cover Stiffness	
	44.	Cover Mass Unbalance	
<b>Parámetros temporales</b>	45.	Cover Losses Unbalance	
	46.	Cover Stiffness Unbalance	
	47.	Rel. Recov. 1 Time: relación entre el primer momento de recuperación y la duración total del ciclo glótico.	
	48.	Rel. Recov. 2 Time: relación entre el segundo momento de recuperación y la duración total del ciclo glótico.	
	49.	Rel. Open 1 Time: relación entre el primer momento de apertura y la duración total del ciclo glótico.	
	50.	Rel. Open 2 Time: relación entre el segundo momento de apertura y la duración total del ciclo glótico.	
	51.	Rel. Max. Ampl. Time: relación entre el instante de máxima amplitud de la onda glótica y la duración total del ciclo glótico.	
	52.	Rel. Recov. 1 Ampl.: relación entre la amplitud del primer momento de recuperación y la amplitud pico a pico.	
	53.	Rel. Recov. 2 Ampl.: relación entre la amplitud del segundo momento de recuperación y la amplitud pico a pico.	
	54.	Rel. Open 1 Ampl.: relación entre la amplitud del primer momento de apertura y la amplitud pico a pico.	
	55.	Rel. Open 2 Ampl.: relación entre la amplitud del segundo momento de apertura y la amplitud pico a pico.	
	56.	Rel. Stop Flow Time: relación entre el instante de mínimo flujo glótico y la duración total del ciclo glótico.	
	57.	Rel. Start Flow Time: relación entre el instante de inicio del flujo glótico y la duración total del ciclo glótico.	
	58.	Rel. Closing Time: relación entre el instante del máximo flujo glótico y la duración total del ciclo glótico.	
	<b>Parámetros de defecto de cierre glótico (GAP)</b>	59.	Val. Flow GAP: relación entre el escape de flujo durante la fase de contacto y el flujo glótico total. Se mide sobre el flujo.
		60.	Val. Contact GAP: relación entre el escape de flujo durante la fase de contacto y el flujo glótico total. Se mide sobre la fuente glótica.
		61.	Val. Adduction GAP: relación entre el escape de flujo durante la fase de aducción y el flujo glótico total.
		62.	Val. Permanent GAP: relación entre el escape de flujo durante la fase de recuperación y el flujo glótico total.
<b>Parámetros de temblor</b>	63.	1st. Order Cyc. Coeff.:	
	64.	2nd. Order Cyc. Coeff.	
	65.	3rd. Order Cyc. Coeff.	
	66.	Physiological Tremor Freq.: Primer componente de la tensión del cuerpo del pliegue vocal eliminando su media. Suele distribuirse entre 2-4 Hz y se atribuye al temblor de carácter fisiológico.	
	67.	Physiological Tremor: Amplitud de la primera componente de la tensión del cuerpo del pliegue en % respecto al valor medio de la tensión del pliegue.	
	68.	Neurological Tremor Freq.: Segundo componente de la tensión del cuerpo del pliegue vocal eliminando su media. Suele distribuirse entre 5-8 Hz y se atribuye al temblor de carácter neurológico.	
	69.	Neurological Tremor Ampl.: Amplitud del primer componente de la tensión del cuerpo del pliegue, en % respecto al valor medio de la tensión del pliegue.	
	70.	Fluttering Tremor Freq.: Tercer componente de la tensión del cuerpo del pliegue vocal eliminando su media. Suele distribuirse entre 9-12 Hz y se atribuye al temblor de carácter neurofisiológico.	
	71.	Fluttering Tremor Ampl.: Amplitud del tercer componente de la tensión del cuerpo del pliegue, en % respecto al valor medio de la tensión del pliegue.	
	72.	Tremor rMS Amplitude: Desviación típica de la tensión del pliegue vocal eliminando su media.	

De todos estos parámetros, en la presente tesis se analizan los diez que han demostrado ser los más relevantes en la disartria hipocinética que caracteriza a la enfermedad de Parkinson según estudios previos (Gómez-Vilda *et al.*, 2009; Gómez-Vilda *et al.*, 2017b; Gálvez-García *et al.*, 2019). En concreto se trata de los parámetros de perturbación a corto y largo plazo —*jitter*, *shimmer* y temblor fisiológico, neurológico y *flutter*— y de los biomecánicos relacionados con los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y de la cubierta además del temblor global. A todos estos parámetros también se ha añadido el análisis de la frecuencia fundamental. La frecuencia fundamental es un rasgo mucho más vinculado al dimorfismo sexual y a la presbifonía que a la enfermedad de Parkinson. Sin embargo, un gran número de los estudios abordados en el marco teórico incluyen este rasgo y, con el fin de establecer el mayor número posible de comparaciones con otros trabajos, se decide la inclusión de este rasgo.

En la siguiente tabla (véase la tabla 14) se ofrece una relación de los rasgos que se extraen, las magnitudes en las que se miden dichos rasgos y la estimación que el programa realiza sobre los valores mínimos y máximos de cada rasgo. En la presente tesis, los valores situados fuera de los límites estimados por el programa informático utilizado —el *BioMet®Phon*—, calculados según una base de datos de referencia, se consideran no normativos. Es decir, por normatividad se entienden los valores para una población normotípica de hombres y mujeres, valores no patológicos según la estimación realizada por el programa informático.

Tabla 14. Listado de los once parámetros extraídos para el presente estudio, unidad de medida en que se presentan y rango de valores mínimo y máximo. Dato proporcionados por el programa BioMet®Phon,. Entre los valores extremos se sitúan los valores considerados normativos (adaptado de Gómez-Vilda *et al.*, 2015a; Palacios, 2017; Hidalgo, 2019). La numeración de los parámetros corresponde al número de orden con que aparecen en el programa. Se conservan así por cuestiones de interpretación y comparación de resultados con otras publicaciones.

Parámetro analizado	Unidad	Hombres		Mujeres	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1. Frecuencia Fundamental	Hercios (Hz)	93	142	173	243
2. <i>Jitter</i>	Tanto por uno (rel.)	0,001	0,013	0,002	0,016
3. <i>Shimmer</i>	Tanto por uno (rel.)	0,005	0,02	0,006	0,023
38. Desbalance de la masa del cuerpo	Tanto por uno (rel.)	0	0,006	-0,001	0,009
40. Desbalance de la tensión del cuerpo	Tanto por uno (rel.)	0	0,03	-0,001	0,046
44. Desbalance de la masa de la cubierta	Tanto por uno (rel.)	0,005	0,069	0,004	0,131
46. Desbalance de la tensión de la cubierta	Tanto por uno (rel.)	-0,015	0,111	0,019	0,103
67. Amplitud del temblor fisiológico	Porcentaje (%)	-0,096	1,009	-0,049	1,571
69. Amplitud del temblor neurológico	Porcentaje (%)	0,036	0,499	0,068	0,743
71. Amplitud del temblor <i>flutter</i>	Porcentaje (%)	0,017	0,443	0,08	0,608
72. Temblor global	Tanto por uno (rel.)	0,003	0,02	0,001	0,026

Respecto al tratamiento estadístico de los datos se ha utilizado el programa IBM SPSS Statistics V22.0 (IBM Corporation, Armonk, NY) para las estimaciones. El primer paso consistió en el análisis de la normalidad de los parámetros estudiados en la presente tesis. Este análisis se ha efectuado mediante el estadístico Shapiro-Wilk que es el test que corresponde para valorar la adhesión de la distribución estudiada a la distribución normal teniendo en cuenta el tamaño muestral pequeño de que se trata. En el caso de que no todos los rasgos muestren simetría se asume la no normalidad general en los datos y se utilizan herramientas no paramétricas para evaluar la diferenciación estadística.

Tras el análisis de normalidad, se procede al examen de los resultados descriptivos, es decir, las medidas de tendencia central y las de dispersión. En concreto se valoran la mediana y el rango intercuartílico de las muestras previas y posteriores a la intervención de canto consistentes en una vocal [a] sostenida para cada uno de los once rasgos estudiados en la presente tesis. La mediana es una medida de tendencia central más resistente a la influencia de los valores extremos —*outliers*— que otras como, por ejemplo, la media. Al tratarse de la variable que se encuentra en el medio

de la distribución no se ve afectada por la dispersión de los datos que suele perjudicar a los resultados en tamaños muestrales pequeños. La medida de dispersión adecuada cuando se utiliza la mediana como medida de posición central es el rango intercuartílico. Se trata de un estadístico robusto por su escasa sensibilidad a los valores extremos ya que solo se consideran los datos cercanos a la mediana, entre el primer y el tercer cuartil. Si bien es cierto que la mediana y el rango intercuartílico son medidas descriptivas más adecuadas para distribuciones no normales, el tamaño muestral pequeño se beneficia de su robustez y aunque el resultado del test Shapiro-Wilk ofrezca como resultado que algunas variables son normales, se asume la no normalidad de todas.

A continuación se proporcionan diagramas de caja para observar de manera gráfica lo ocurrido con cada uno de los rasgos analizados tanto en las muestras previas como en las posteriores a la intervención. Los diagramas de caja son unas herramientas muy eficaces para comprobar el grado de dispersión de los datos, los valores atípicos, la desviación de la distribución, la simetría o asimetría de la misma y el ascenso o descenso de la mediana. Se decide no excluir los valores atípicos que presentan las muestras para la realización de los diagramas de caja. Los valores atípicos son importantes para no crear un sesgo, pero no tienen un gran peso sobre la medida descriptiva usada en la presente tesis, la mediana.

Finalmente, se utiliza un test de significación estadística para valorar la hipótesis de similaridad o no entre las muestras anteriores y las posteriores a la intervención de cada uno de los once rasgos analizados. El test debe ser el más adecuado dependiendo de si la distribución resulta normal o no. En dicho test se compara el rango medio —medianas— en dos muestras relacionadas que provienen del mismo sujeto cuando el tamaño muestral es pequeño y cuando no existe normalidad entre los diferentes parámetros comparados. De esa forma se evidencia el nivel de significación estadística, es decir, en caso de existir cambios entre las muestras previas y las posteriores, si esos cambios han sido o no fruto del azar (Field, 2005). Se recoge la información sobre la dispersión de los datos también en cada uno de los once rasgos antes y después de la intervención. Por último, se realiza otro test de significación, esta vez sobre los diez rasgos que caracterizan de una manera más



relevante los efectos de la disartria hipocinética y se efectúa una prueba post-hoc para ajustar el intervalo de confianza teniendo en cuenta que se comparan rasgos diferentes. Se comprueba si todo ese conjunto de rasgos —que son los incluidos en la presente excepto la frecuencia fundamental— presenta significación estadística global. Asimismo, se observa de forma conjunta la significación estadística de los rangos intercuartílicos aplicando el mismo test de significación y la corrección post-hoc correspondiente. La razón por la cual no se considera la frecuencia fundamental para esta valoración global es por su carácter multifactorial. Es decir, se trata de un rasgo que revela el dimorfismo sexual y que también se ve afectada por los cambios fonatorios derivados de la presbifonía. Subsidiariamente, puede servir como indicador de disfunción fonatoria pero siempre acompañado por la valoración complementaria de otros rasgos (Rodríguez-Pérez et al., 2019).

## 4. Análisis

En este apartado se exponen los resultados estadísticos para el análisis de la fonación efectuado por el programa *BioMet®Phon* (versión 4.4). El nombre de los rasgos aparece designado con abreviaturas o signos. Las medidas relativas se expresan en tanto por uno y se usa la abreviatura *rel.* (relativo) mientras que las medidas dadas en tanto por ciento se acompañan del signo del porcentaje (%). Para los hercios se utiliza la abreviatura “Hz”.

La exposición de los casos se realiza de forma individual debido a la diversidad existente entre los sujetos. El grupo experimental se compone de 8 participantes con Parkinson —4 hombres y 4 mujeres— y el grupo de control de 5 participantes de la misma franja etaria que no sufren dicha enfermedad —3 hombres y 2 mujeres—. Se presentan, en primer lugar, los resultados del grupo experimental comenzando con los 4 participantes masculinos seguidos de los resultados de las 4 participantes femeninas. Posteriormente, se analizan los resultados del grupo de control empezando por los 3 participantes masculinos seguidos de las 2 participantes femeninas.

El análisis de cada participante comienza con algunos datos básicos proporcionados a la investigadora que incluye la edad, el grado de alteración según la escala de Hoehn y Yahr y facilitado por el equipo de la APM —en el caso de los participantes con Parkinson—, la posible pluripatología que les afecte y algunas medicaciones por si pudieran afectar a los valores de los rasgos.

Seguidamente se muestran los análisis estadísticos correspondientes a la observación global del fenómeno. Dichos análisis consisten, en primer lugar, en el test de normalidad Shapiro-Wilk para determinar si las distribuciones de los datos de cada rasgo son normales o no lo son. Tras el test de normalidad, se efectúa una descripción de cada rasgo en la que se analiza lo sucedido con las medianas y los rangos intercuartílicos en las muestras previas y posteriores a la intervención.

Los cálculos que proporciona el programa informático expresan una mayor disfuncionalidad en los rasgos cuantos mayores sean los valores estimados tras el análisis. No obstante, también los valores demasiado bajos indican comportamiento alterado en cualquier circunstancia<sup>55</sup>. Así pues, los datos ofrecidos por el programa estadístico se interpretan de la siguiente forma: si los valores de las medianas obtenidos de las muestras posteriores a la intervención son inferiores a los valores de las medianas previas se podría deducir que se está produciendo una reducción en los índices de la disfunción y viceversa.

También se ofrece información sobre los umbrales de normatividad del rasgo según la base de datos usada por el programa *BioMet®Phon*. Es necesario tener en cuenta que los valores no son absolutos sino que dependen del programa informático utilizado. Por eso, la asunción de normatividad se supedita a esta base de datos en concreto que utiliza el programa informático y que podría ser revisada en cualquier momento. De esta forma, los valores extraídos por otros programas informáticos no son de aplicación a los umbrales del *BioMet®Phon* ni los valores extraídos por el programa son evaluables por otros.

Respecto a la interpretación de los rangos intercuartílicos, debe aclararse que estas medidas de dispersión en los datos que muestra una variable expresan el grado de estabilidad o de variabilidad que presentan los datos. Un menor valor de dispersión indica una mayor homogeneidad y coherencia en dichos datos. Un valor mayor de dispersión refleja un alto grado de variabilidad e incoherencia y se asume falta de fiabilidad. Existen varias posibilidades combinatorias que aparecen en las tablas 60 y 61 más adelante (cf. § 4.3).

Después se proporciona el porcentaje de descenso o de incremento que experimentan las medianas y los rangos intercuartílicos en las muestras posteriores respecto a las previas a la intervención. Además, se analiza si los porcentajes de descenso o de incremento en las medianas y en los rangos intercuartílicos son coherentes entre sí o si resultan contradictorios. En este segundo caso resulta

---

<sup>55</sup> En la tabla 14 se ofrece el rango de valores mínimo y máximo de los once parámetros utilizados en el presente estudio. Dichos valores son proporcionados por el programa *BioMet®Phon* y entre ellos se sitúan los valores considerados normales según la base de datos utilizada por dicho programa.

necesario proceder al examen de la anamnesis concreta del participante para poder explicar los datos.

Para concluir el apartado relativo a los análisis, se proporcionan diagramas de caja en los que se reflejan aspectos como el comportamiento de las medianas, el grado de dispersión de los datos, los valores atípicos que se observan, la desviación de la distribución y el grado de simetría de la misma.

Por último se selecciona el tipo más adecuado de pruebas estadísticas aplicables —paramétricas o no paramétricas— para examinar el grado de significación estadística de los cambios observados en los valores analizados. En primer lugar, se efectúa un análisis de significación con el propósito de observar si las diferencias que pudieran existir entre los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* para todas las grabaciones anteriores y posteriores a la intervención comportan significación estadística o son fruto del azar. En segundo lugar, se unen en una misma variable todos los valores mencionados previos a la intervención y en otra variable los valores posteriores. En esas variables confluyen el *jitter*, el *shimmer*, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo, el desbalance de la masa de la cubierta, el desbalance de la tensión de la cubierta, el temblor fisiológico, el temblor neurológico, el *flutter* y el temblor global que resultan ser los rasgos más relevantes para diferenciar los efectos de la disartria hipocinética de los efectos de la presbifonía. Se consideran también de manera conjunta los rangos intercuartílicos previos y posteriores a la intervención de los rasgos mencionados con el fin de observar si las medidas de dispersión presentan, asimismo, significación estadística global. En ambos análisis globales se necesita aplicar el test corrector post-hoc que corresponda.

#### 4.1. Grupo de Parkinson

En este apartado se ofrecen los resultados estadísticos de los valores de los registros de fonación de los participantes con enfermedad de Parkinson divididos entre hombres y mujeres.

##### 4.1.1. Participantes masculinos

Primeramente se presentan los resultados del grupo de participantes masculinos.

##### Participante 1 (GPH01)

Participante de 81 años con grado 1 en la escala de Hoehn y Yahr. Fue diagnosticado de Parkinson tres años antes de su colaboración en el estudio. Carece de otras patologías concomitantes.

En el test de Shapiro-Wilk para el análisis de normalidad de la distribución de las muestras, se observa que las muestras previas y posteriores a la intervención revelan compatibilidad con una distribución no normal de los datos en casi todos los rasgos ( $p < 0,05$ ) a excepción del desbalance de la masa de la cubierta de las muestras posteriores a la intervención que expresa un valor compatible con la normalidad ( $p = 0,850$ ). A la vista de este hecho se asume entonces la no normalidad de los datos y se aplican pruebas no paramétricas para el análisis estadístico. En concreto, se aplica el test de Wilcoxon para determinar la significación estadística rasgo a rasgo y, para la valoración conjunta, se efectúa, además, la corrección de Bonferroni.

En la siguiente tabla (véase la tabla 15) se muestran los resultados de las medianas y de los rangos intercuartílicos obtenidos por el programa de análisis estadístico sobre los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* para todas las grabaciones anteriores y posteriores a la intervención en todos los rasgos analizados. Se señalan, además, las medianas que se encuentran fuera de los límites normativos, según la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis<sup>56</sup>.

---

<sup>56</sup> A lo largo de todo este capítulo de análisis, y también de los capítulos de discusión y de conclusiones, la normatividad mencionada se refiere a lo que establece el programa — *BioMet®Phon*— según la base de datos que utiliza.

Tabla 15. Caso GPH01. Valores de las medianas y los rangos intercuartílicos previos y posteriores a la intervención de cada rasgo analizado. En la primera columna aparecen los rasgos analizados; en la segunda columna se encuentran las unidades de medida en las que se cuantifican dichos rasgos; las dos siguientes columnas reflejan los valores de las medianas de las muestras previas y posteriores a la intervención y las dos últimas columnas presentan los valores de los rangos intercuartílicos de las muestras previas y posteriores a la intervención. Las celdas sombreadas en las columnas pertenecientes a las medianas indican los valores que se alejan tanto por encima del límite normativo superior como por debajo del límite normativo inferior.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	143	138	10	7
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,015	0,011	0,025	0,011
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,020	0,015	0,024	0,009
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,016	0,006	0,101	0,018
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,046	0,029	0,148	0,039
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,105	0,083	0,114	0,042
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,134	0,090	0,191	0,075
Temblor fisiológico	%	0,845	0,522	2,316	0,715
Temblor neurológico	%	0,677	0,317	0,715	0,309
<i>Flutter</i>	%	0,387	0,261	0,707	0,217
Temblor global	(rel.)	0,021	0,010	0,034	0,010

En el análisis de los resultados se puede observar, en las columnas de las medianas previas a la intervención, una gran cantidad de valores alterados (véase la tabla 14) que se encuentran por encima del límite normativo superior o justo en dicho límite. Asimismo, se advierte que, en todas las medianas correspondientes a las muestras posteriores a la intervención, se produce un descenso que sitúa a la mayoría de las muestras dentro de los límites normativos a excepción del desbalance de la masa del cuerpo y el desbalance de la masa de la cubierta.

En el caso de la frecuencia fundamental se observa que, al situarse su límite normativo superior en 142 Hz, la mediana de las muestras previas a la intervención — 143 Hz— se encuentra a un hercio por encima de dicho límite. El descenso de 5 Hz observado en la mediana de las muestras posteriores —138 Hz— sitúa esta mediana por debajo del límite normativo superior y, por consiguiente, dentro de los límites normativos. Algo similar ocurre con el *jitter*, su límite normativo superior se sitúa en 0,013 (rel.), así pues la mediana de las muestras previas a la intervención —0,015 (rel.)— se encuentra a dos milésimas por encima de dicho límite superior y el valor de las muestras posteriores —0,011 (rel.)— supone cuatro milésimas de descenso respecto a las muestras previas y las sitúa dentro de los límites normativos. La mediana de las muestras previas a la intervención del *shimmer*, que presenta un valor de 0,020 (rel.), se halla justo en el límite normativo superior que se sitúa en 0,02 (rel.),

mientras que la mediana de las muestras posteriores  $-0,015$  (rel.)— presenta un descenso de 5 milésimas respecto a la mediana de las muestras previas, lo que la coloca por debajo de dicho límite normativo.

Las medianas de la tensión del cuerpo y de la tensión de la cubierta también experimentan una disminución de sus valores en las muestras posteriores a la intervención que las posicionan dentro de los límites normativos mientras que las medianas de las muestras previas a la intervención se encuentran por encima del límite normativo superior. En el caso del desbalance de la tensión del cuerpo, su límite normativo superior se sitúa en  $0,03$  (rel.) y, mientras que la mediana de las muestras previas a la intervención  $-0,046$  (rel.)— se encuentra a 16 milésimas por encima de dicho límite. La mediana de las muestras posteriores  $-0,029$  (rel.)— presenta un descenso de 17 milésimas respecto a la mediana de las muestras previas y deja este rasgo a una milésima por debajo del límite normativo superior. En el caso del desbalance de la tensión de la cubierta, la mediana de las muestras previas a la intervención con un valor de  $0,134$  (rel.) supone un incremento de 23 milésimas por encima del límite normativo superior que, en el caso de este rasgo, es de  $0,111$  (rel.). En cambio, se observa un descenso en la mediana de las muestras posteriores  $-0,090$  (rel.)— de 44 milésimas con respecto a las muestras previas, lo que posiciona a este rasgo dentro de los límites normativos.

El temblor neurológico y el temblor global manifiestan valores para las medianas de las muestras previas a la intervención muy alterados, que se alejan del límite normativo superior mientras que las medianas posteriores a la intervención se sitúan por debajo de dicho límite. El temblor neurológico presenta un límite normativo superior de  $0,499$  %; la mediana de las muestras previas a la intervención  $-0,677$  %— se encuentra a 178 milésimas por encima de dicho límite mientras que la mediana de las muestras posteriores a la intervención  $-0,317$  %— desciende 360 milésimas, más de la mitad respecto a las muestras previas, y no llegan a rebasar el límite normativo superior. El temblor global presenta un valor de  $0,021$  (rel.) en sus muestras previas y de  $0,010$  (rel.) en las posteriores lo que implica un descenso de 11 milésimas, más de la mitad, en la mediana posterior respecto a la previa. El valor previo del temblor global se encuentra a una milésima por encima del límite normativo superior que, para este

rasgo, es de 0,02 (rel.) mientras que el valor posterior se posiciona a 10 milésimas por debajo de dicho límite.

El desbalance de la masa del cuerpo y el desbalance de la masa de la cubierta son los únicos rasgos cuyas medianas posteriores a la intervención, a pesar de haber presentado un acusado descenso en su valor respecto a la mediana previa, se encuentra en el límite normativo superior o supera dicho límite. El desbalance de la masa del cuerpo —cuyo límite normativo superior se sitúa en 0,006 (rel.)— presenta un valor para la mediana de las muestras previas a la intervención de 0,016 (rel.), 10 milésimas, casi tres veces, por encima de dicho límite normativo. El descenso en las muestras posteriores es de 10 milésimas —0,006 (rel.)—, casi tres veces respecto de las muestras previas, aunque deja a este rasgo justo en el límite normativo superior. El desbalance de la masa de la cubierta —cuyo límite normativo superior se localiza en 0,069 (rel.)— muestra un acusado descenso en su valor posterior respecto a la mediana previa. Se observa que la mediana de las muestras previas a la intervención —0,105 (rel.)— rebasa en 36 milésimas, es decir, casi el doble, el límite normativo superior mientras que la mediana de las muestras posteriores —0,083 (rel.)— manifiesta un descenso de 22 milésimas respecto a las muestras previas y se sitúa a 14 milésimas por encima de dicho límite.

Se detectan dos rasgos cuyas muestras previas a la intervención no se encuentran alterados sino que están dentro del límite normativo superior pero que experimentan un descenso en sus muestras posteriores a la intervención. Se trata del temblor fisiológico y del *flutter*. En el caso del temblor fisiológico, que revela en la mediana previa a la intervención un valor de 0,845 % y en la posterior un valor de 0,522 %, se observa un descenso de 323 milésimas en su mediana posterior respecto a la previa. Ambas medianas se hallan por debajo del límite máximo normativo que, para este rasgo, es de 1,009 %. El *flutter* presenta un importante descenso en el valor de las medianas de las muestras posteriores respecto a las previas. La mediana previa a la intervención expresa un valor de 0,387 % mientras que la mediana posterior revela un 0,261 %. El descenso en la mediana posterior a la intervención supone 126 milésimas respecto a la previa. Ambas medianas se hallan también dentro del límite normativo superior, que para este rasgo es de 0,443 %.



En la siguiente tabla (véase la tabla 16) se disponen las diferencias porcentuales entre las muestras previas y posteriores a la intervención para las medianas y los rangos intercuartílicos.

Tabla 16. Caso GPH01. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. En la primera columna se enumeran los rasgos analizados y en las dos siguientes se muestra el porcentaje de variación relativo a las medianas (M) y a los rangos intercuartílicos (RI). Si existe un signo negativo antecediendo a la cifra porcentual, significa que las muestras posteriores experimentan un descenso respecto a las previas. Si no se halla ningún signo, implica que las muestras posteriores experimentan un incremento respecto a las previas.

<b>Rasgo</b>	<b>M (%)</b>	<b>RI (%)</b>
Frecuencia fundamental	-3,5	-30
<i>Jitter</i>	-26,7	-56
<i>Shimmer</i>	-25	-62,5
Desbalance de la masa del cuerpo	-62,5	-82,2
Desbalance de la tensión del cuerpo	-37	-73,6
Desbalance de la masa de la cubierta	-21	-63,2
Desbalance de la tensión de la cubierta	-32,8	-60,7
Temblor fisiológico	-38,2	-69,1
Temblor neurológico	-53,2	-56,8
<i>Flutter</i>	-32,6	-69,3
Temblor global	-52,4	-70,6

Las diferencias porcentuales entre las medianas previas y posteriores a la intervención en los rasgos analizados resultan ser todas negativas, es decir, las medianas posteriores reflejan un descenso respecto a las previas. El desbalance de la masa del cuerpo es el rasgo que presenta un mayor porcentaje de descenso en la mediana posterior a la intervención —el 62,5 %—. En este rasgo, las muestras previas rebasan el límite superior normativo, sin embargo, el descenso que reflejan las posteriores no las incluye por debajo de dicho límite superior. En el mismo supuesto se encuentra el desbalance de la masa de la cubierta —con un 21 %— cuyas muestras previas y posteriores se encuentran por encima del límite superior normativo a pesar del descenso exhibido.

La frecuencia fundamental es el rasgo cuyo porcentaje de descenso supone el menor de todos los rasgos analizados —el 3,5 %—. Las muestras previas a la intervención también rebasan el límite superior normativo pero con el descenso, las muestras posteriores se sitúan por debajo de dicho límite superior.

El porcentaje de descenso de la mediana del temblor neurológico —el 53,2 %— y del temblor global —el 52,4 %— disminuye en más de la mitad en las medianas de las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas y son rasgos que exponen un acusadísimo descenso. Las muestras previas de estos dos rasgos también se hallan por encima del límite superior normativo pero el descenso origina que las muestras posteriores ya se incluyan dentro de los límites normativos. También en el mismo supuesto, aunque con menores valores porcentuales, se hallan el desbalance de la tensión de la cubierta —con un 32,8 %—, el desbalance de la tensión del cuerpo —con un 37 %—, *jitter* —con un 26,7 %— y el *shimmer* —con un 25 %—. El temblor fisiológico —con un 38,2 %— y el *flutter* —con un 32,6 %— son los dos únicos rasgos cuyas medianas previas y posteriores se encuentran por debajo del límite superior normativo.

Respecto a los rangos intercuartílicos se destaca que todos los resultados porcentuales son negativos. El desbalance de la masa del cuerpo es el rasgo que presenta el mayor porcentaje de disminución en los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención —un 82,2 %—. La frecuencia fundamental es el rasgo que menor porcentaje de descenso presenta en los rangos intercuartílicos de dichas muestras —un 30 %—. Tras el desbalance de la masa del cuerpo y por orden de descenso se encuentran el desbalance de la tensión del cuerpo —con el 73,6 % de descenso—, el temblor global —con un 70,6 %—, el *flutter* —con el 69,3 % de descenso—, el temblor fisiológico —con un 69,1 %—, el desbalance de la masa de la cubierta —con el 63,2 %—, el *shimmer* —con el 62,5 %—, el desbalance de la tensión de la cubierta —con el 60,7 %—, el temblor neurológico —el 56,8 % de disminución— y el *jitter* —con el 56 %—.

El análisis de todos los rasgos muestra que tanto las medianas como los rangos intercuartílicos experimentan notables descensos en las muestras posteriores a la intervención. Se debería interpretar, pues, que la función fonatoria mejora asumiendo una alta fiabilidad.

Los cambios descritos en los anteriores análisis se pueden apreciar de forma gráfica mediante la elaboración de diagramas de caja en los que se comparan las muestras previas y posteriores a la intervención de cada uno de los rasgos analizados en el presente estudio. En la figura 16 se presentan los diagramas de caja concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental.

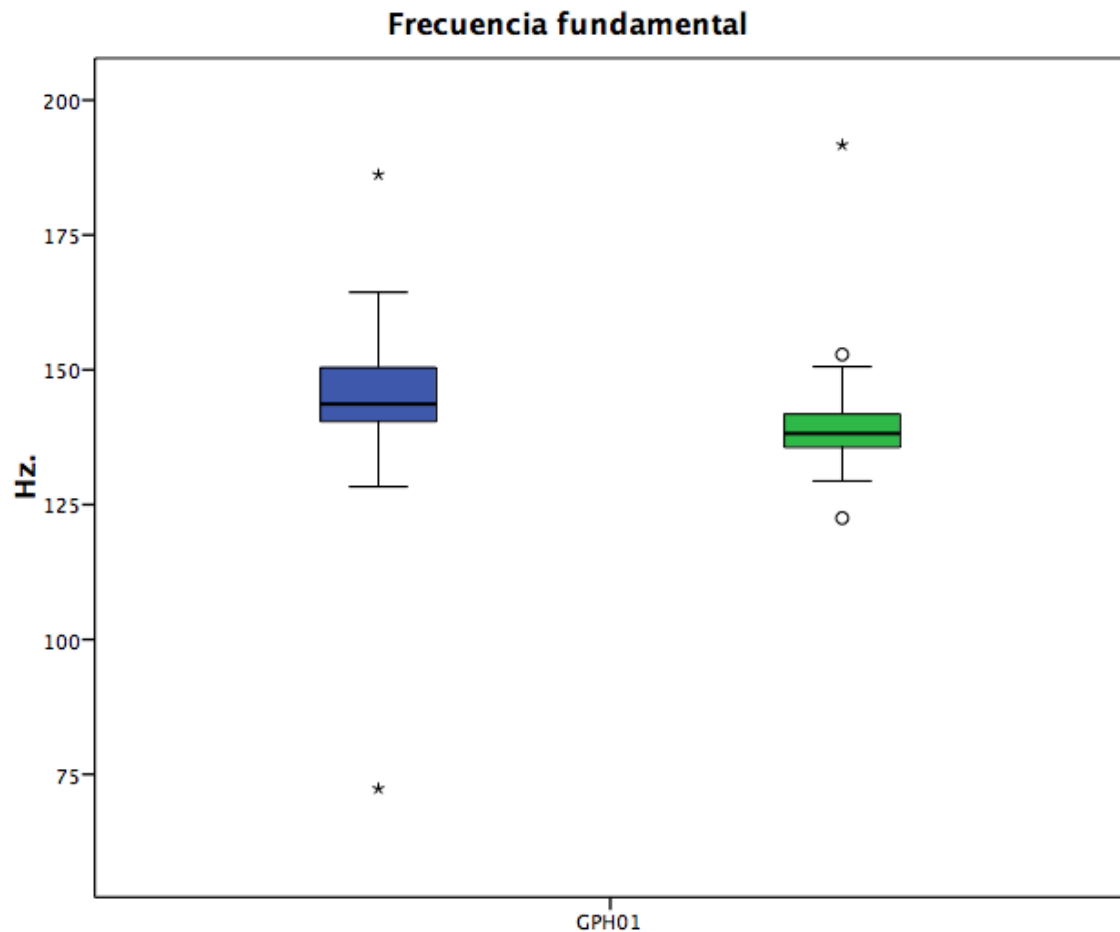


Figura 16. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. En azul, la distribución correspondiente a las muestras previas. En verde, la de las muestras posteriores. Los círculos recogen los valores atípicos moderados mientras que las estrellas marcan valores atípicos acusados.

Se puede observar en los gráficos, para el rasgo de la frecuencia fundamental, una disminución muy acusada en la dispersión de los datos de las muestras posteriores —un 30 %— respecto a las previas. Esto indica una mayor homogeneidad de dichos datos. Las muestras previas a la intervención presentan también una dispersión en la distribución en el tercer cuartil, es decir, en los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. En cambio, en las muestras posteriores a intervención, la desviación de este cuartil disminuye notablemente y la simetría en torno a la

mediana aumenta. Asimismo, las muestras previas ofrecen dos valores atípicos acusados, uno por encima del tercer cuartil y el otro por debajo del primero mientras que en las muestras posteriores se observa un valor atípico acusado por encima del tercer cuartil y otros dos valores atípicos moderados, uno de ellos por encima del tercer cuartil y el otro por debajo del primero.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención disminuye levemente su valor respecto a la previa —un 3,5 %—. Las muestras previas exceden el límite normativo superior pero la reducción que experimenta el índice de disfuncionalidad fonatoria tras la intervención origina que las muestras posteriores se hallen dentro de los límites normativos.

La frecuencia fundamental es un rasgo que presenta alineamiento entre los dos parámetros objeto de análisis —la mediana y el rango intercuartílico—. Los valores de ambos descienden tras la intervención, así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

A continuación, en la figura 17, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al *jitter*.

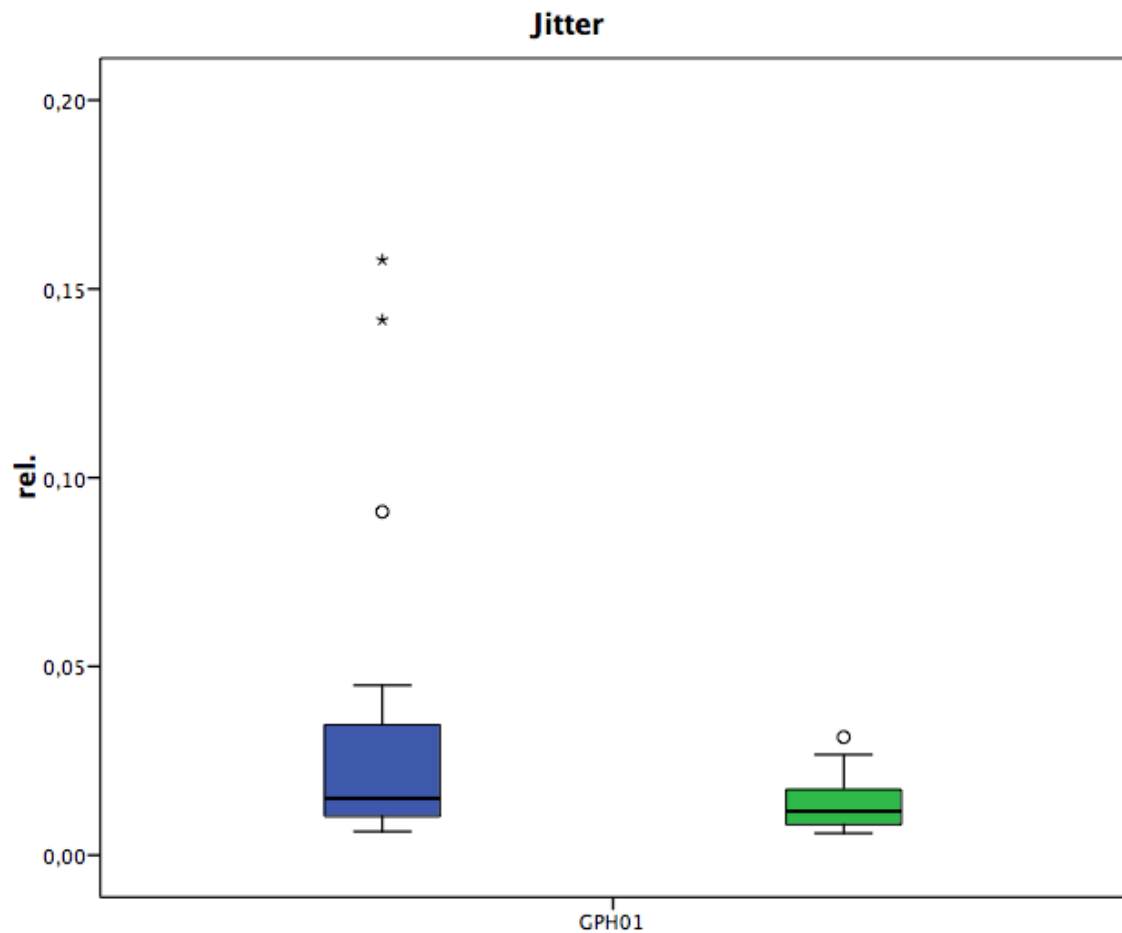


Figura 17. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa que, en las muestras previas a la intervención del *jitter*, los datos se encuentran más dispersos que en las posteriores, hecho que indica una mayor heterogeneidad en dichos datos. Además, se percibe una gran dispersión en el tercer cuartil, es decir, que los valores situados por encima de la mediana tienden a experimentar una gran dispersión. Existen dos valores atípicos acusados y un valor atípico moderado en las muestras previas, que rebasan el tercer cuartil. En cuanto a la gráfica correspondiente a las muestras posteriores a la intervención se observa, en primer lugar, la notable reducción en el rango intercuartílico —un 56 %—, y la disminución de la dispersión original que los datos se distribuyan de manera más simétrica alrededor de la mediana. Además, solo presenta un valor atípico moderado

por encima del tercer cuartil.

La mediana también desciende de manera pronunciada en las muestras posteriores a la intervención —un 26,7 %— y eso refleja un comportamiento fonatorio mucho más funcional. Las muestras previas a la intervención rebasan el límite superior normativo mientras que el descenso porcentual experimentado por las muestras posteriores sitúan a su mediana dentro de los límites normativos.

En cuanto al alineamiento entre las variaciones porcentuales observadas en los parámetros analizados, ambos parámetros descienden. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Con respecto al *shimmer*, la figura 18 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

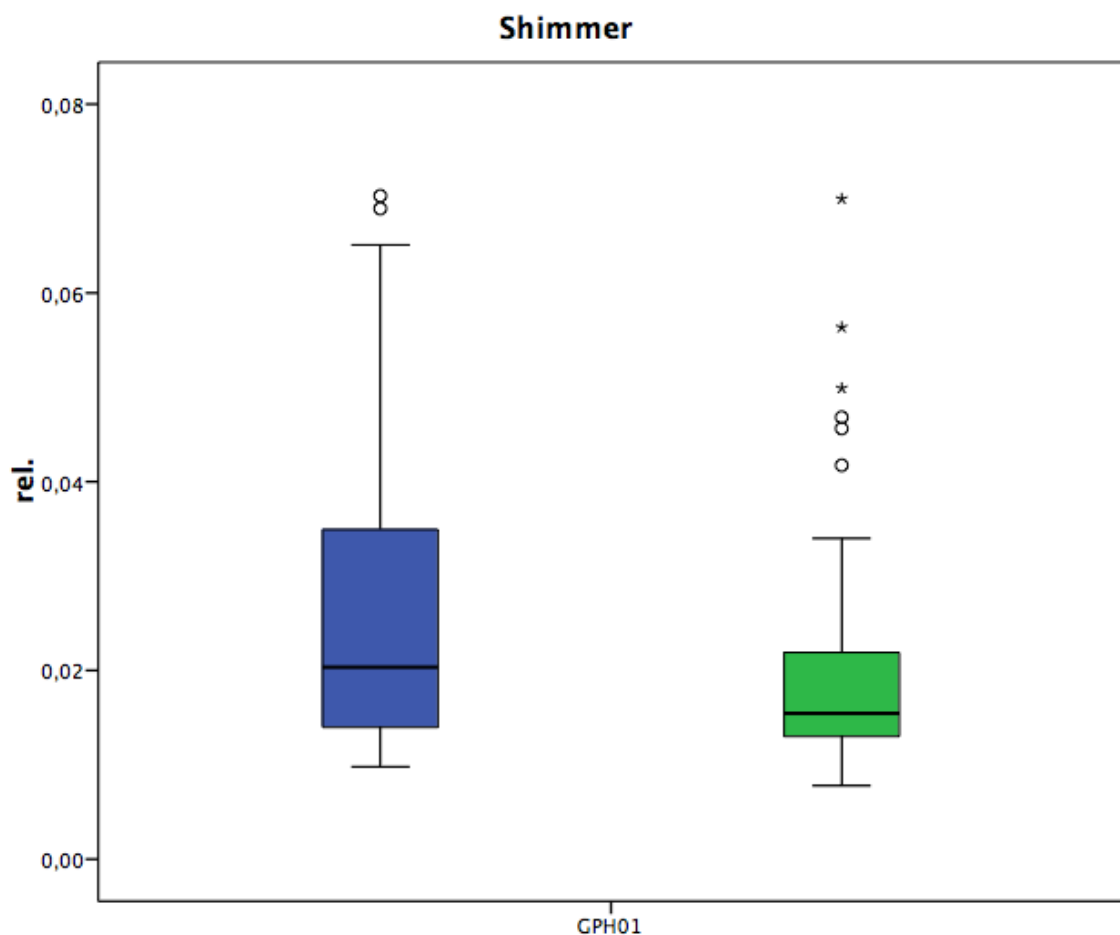


Figura 18. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del *shimmer*, la caja azul correspondiente a las muestras anteriores a la intervención refleja una dispersión de datos muy elevada y presenta dos datos atípicos moderados que superan el tercer cuartil. La gran dispersión es signo de una acusada heterogeneidad en los datos en las muestras previas. Además, presenta una gran dispersión en el tercer cuartil, por encima de la mediana lo que confirma el comportamiento disfuncional de estas muestras. Las muestras posteriores describen un descenso en la mediana —el 25 %— y en el rango intercuartílico —el 62,5 %—. La dispersión del tercer cuartil también se reduce, los datos se agrupan alrededor de la mediana de forma más simétrica, aunque se observan seis valores atípicos —tres de ellos acusados—, que superan dicho cuartil.

Los datos muestran que tanto la mediana como el rango intercuartílico descienden, así pues se puede decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 19 expone los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la masa del cuerpo.

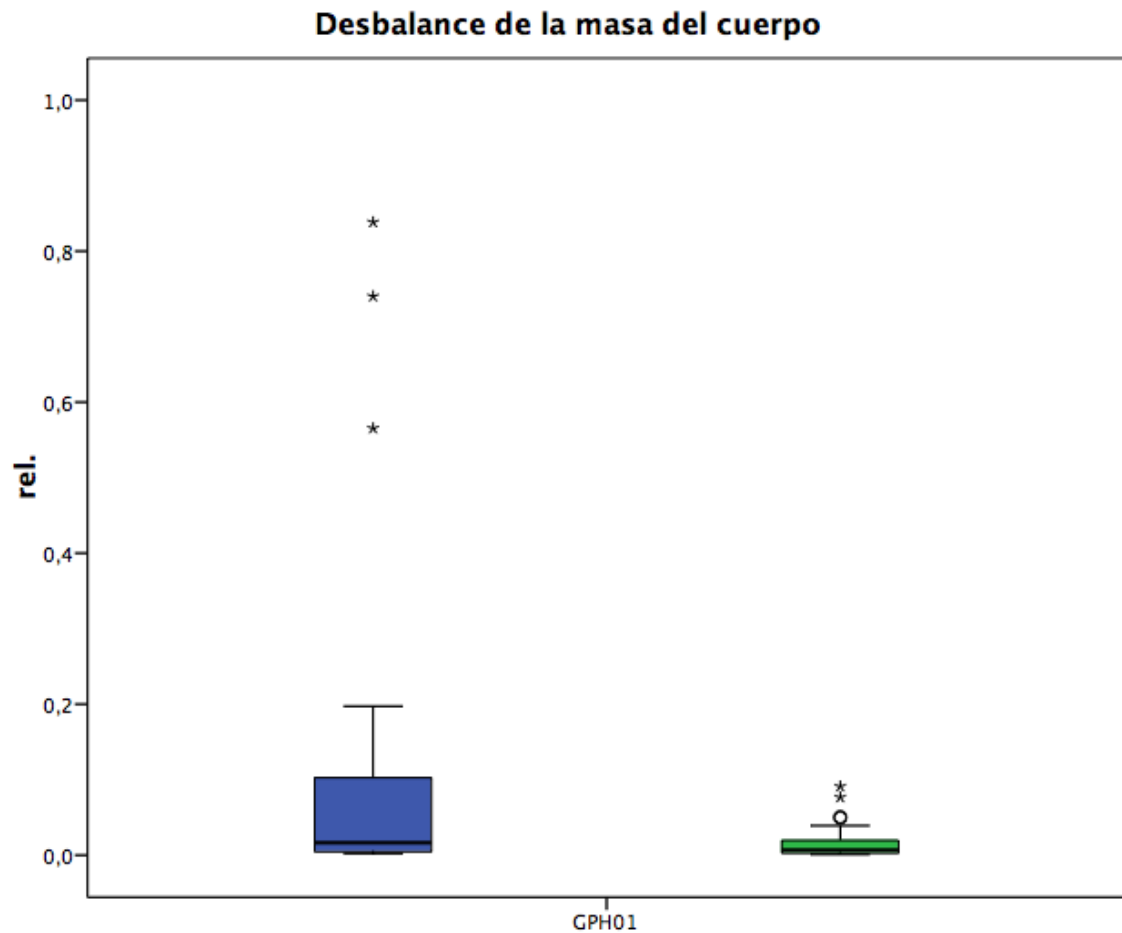


Figura 19. Caso GPH01. Diagrama de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el desbalance de la masa del cuerpo destaca la gran dispersión de los datos y la enorme dispersión en el tercer cuartil que presentan las muestras previas a la intervención en relación con las posteriores. Las muestras previas indican una gran heterogeneidad de los datos. Sin embargo, el diagrama correspondiente a las muestras posteriores a la intervención expone una reducción considerable en la dispersión de datos —un 82,2 %— en comparación con las muestras previas. Eso produce una mayor simetría de la distribución e implica una mayor homogeneidad en los datos. La mediana también experimenta un notable descenso —el 62,5 %— que origina que las muestras posteriores a la intervención se encuentren justo en el límite normativo superior sin llegar a rebasarlo, a diferencia de las previas que superan el límite superior



normativo. En cuanto a los valores atípicos, las muestras previas a la intervención indican tres valores atípicos acusados mientras que en las muestras posteriores se observan tres valores atípicos —dos de ellos acusados— todos por encima del tercer cuartil. Este rasgo manifiesta la reducción de la mediana y del rango intercuartílico con un elevadísimo porcentaje de descenso. Así pues, se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al desbalance de la tensión del cuerpo, la figura 20 que aparece a continuación representa los diagramas obtenidos.

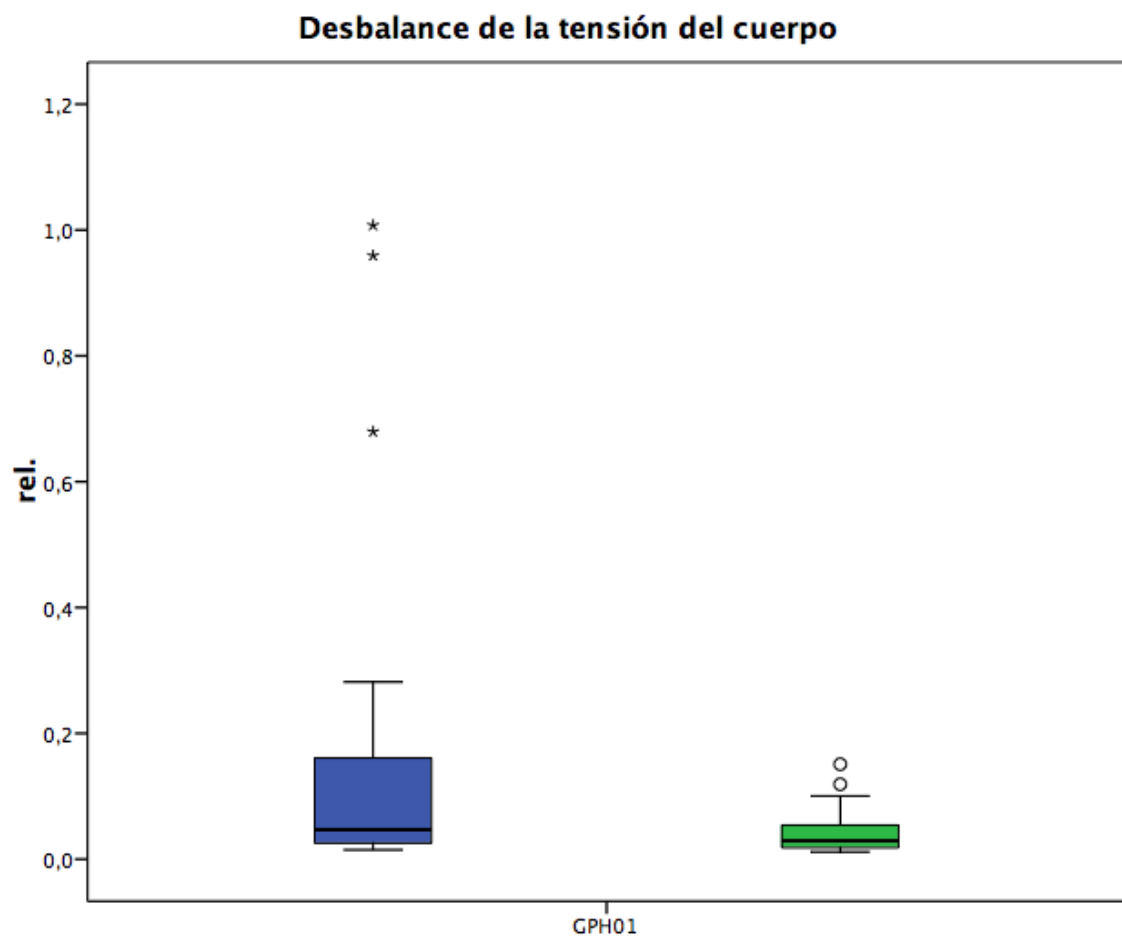


Figura 20. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el diagrama correspondiente al desbalance de la tensión del cuerpo se observa, en primer lugar, que las muestras previas a la intervención manifiestan una dispersión de datos mucho más elevada que las muestras posteriores a la intervención. El descenso en la dispersión de las muestras posteriores —el 73,6 %— indica una mayor homogeneidad de las muestras en las muestras posteriores respecto a las previas. En cuanto a la dispersión del tercer cuartil que aparece en el diagrama correspondiente a las muestras previas y que implica la gran dispersión que existe por encima de la mediana, se puede observar que dicha dispersión se reduce considerablemente en las muestras posteriores a la intervención. Al concentrarse los datos en torno a la mediana, la simetría en la distribución es más elevada. Esta reducción ratifica la homogeneidad en los datos posteriores a la intervención. Las muestras anteriores a la intervención manifiestan tres datos atípicos acusados y, en cambio, en las posteriores solo se hallan dos valores atípicos moderados; todos ellos por encima del tercer cuartil. Este rasgo también presenta un descenso en la mediana posterior a la intervención —el 37 %— que sitúa a dicha mediana por debajo del límite normativo superior mientras que la mediana previa rebasa dicho límite. La mediana y el rango intercuartílico presentan un porcentaje alto de reducción en las muestras posteriores a la intervención. Así pues, la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la siguiente figura (véase la figura 21) aparecen los gráficos correspondientes al desbalance de la masa de la cubierta.

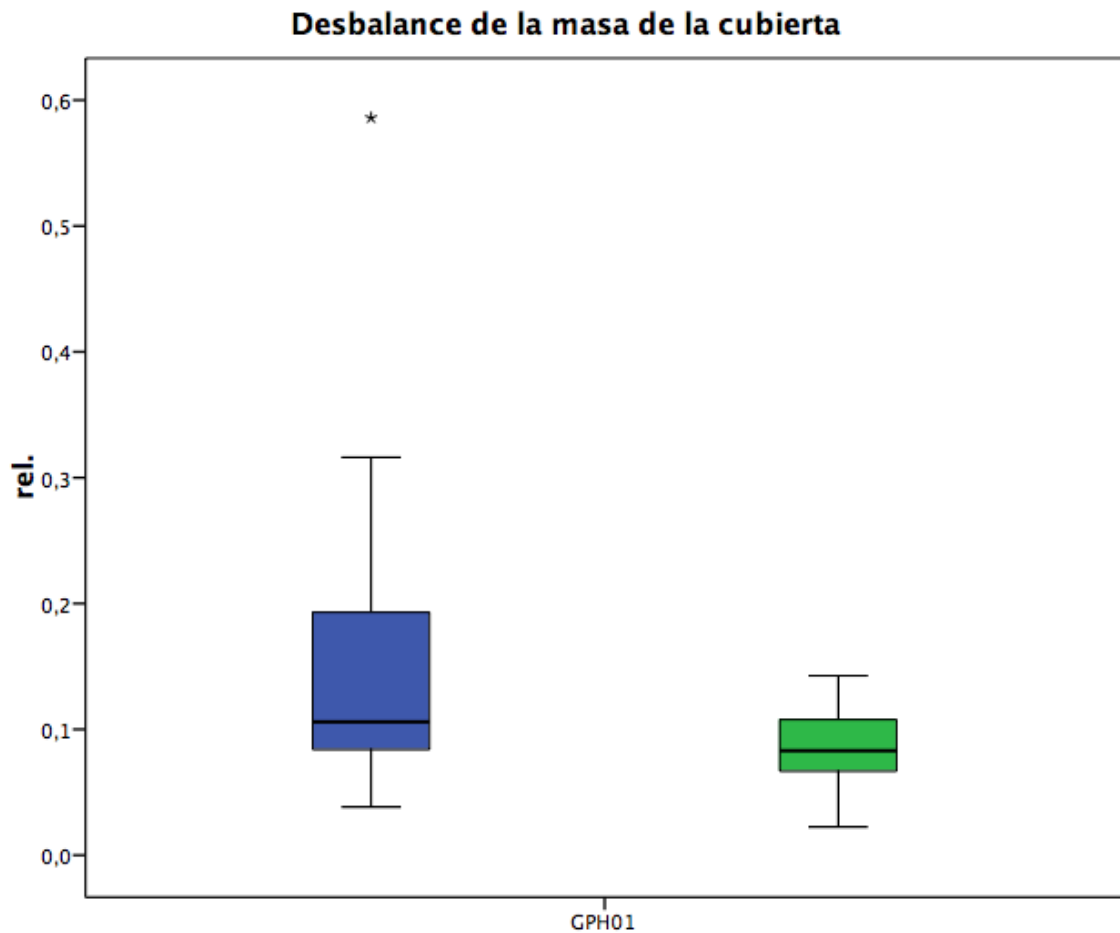


Figura 21. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta manifiestan un comportamiento de gran dispersión con una notable dispersión en la distribución en el tercer cuartil, es decir, la zona que expresa un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. En cambio en el gráfico correspondiente a las muestras posteriores a la intervención se advierte un acusado descenso —el 21 %— de la mediana y una pronunciadísima disminución en el rango intercuartílico —el 63,2 %—. La dispersión constatada en las muestras anteriores se reduce casi por completo y los datos se distribuyen de manera mucho más simétrica alrededor de la mediana. Sin embargo, la disminución que experimenta la mediana de las muestras posteriores no alcanza a situarla por debajo del límite normativo superior aunque las muestras

previas rebasan dicho límite. El aumento en la homogeneidad en los datos indica una mayor precisión en la estimación de las muestras posteriores respecto a las previas. Solo existe un valor atípico acusado por encima del tercer cuartil en las muestras previas a la intervención.

Los valores de ambos parámetros —mediana y rango intercuartílico— descienden tras la intervención, así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 22 se expresan los resultados del desbalance de la tensión de la cubierta en forma de diagrama de caja.

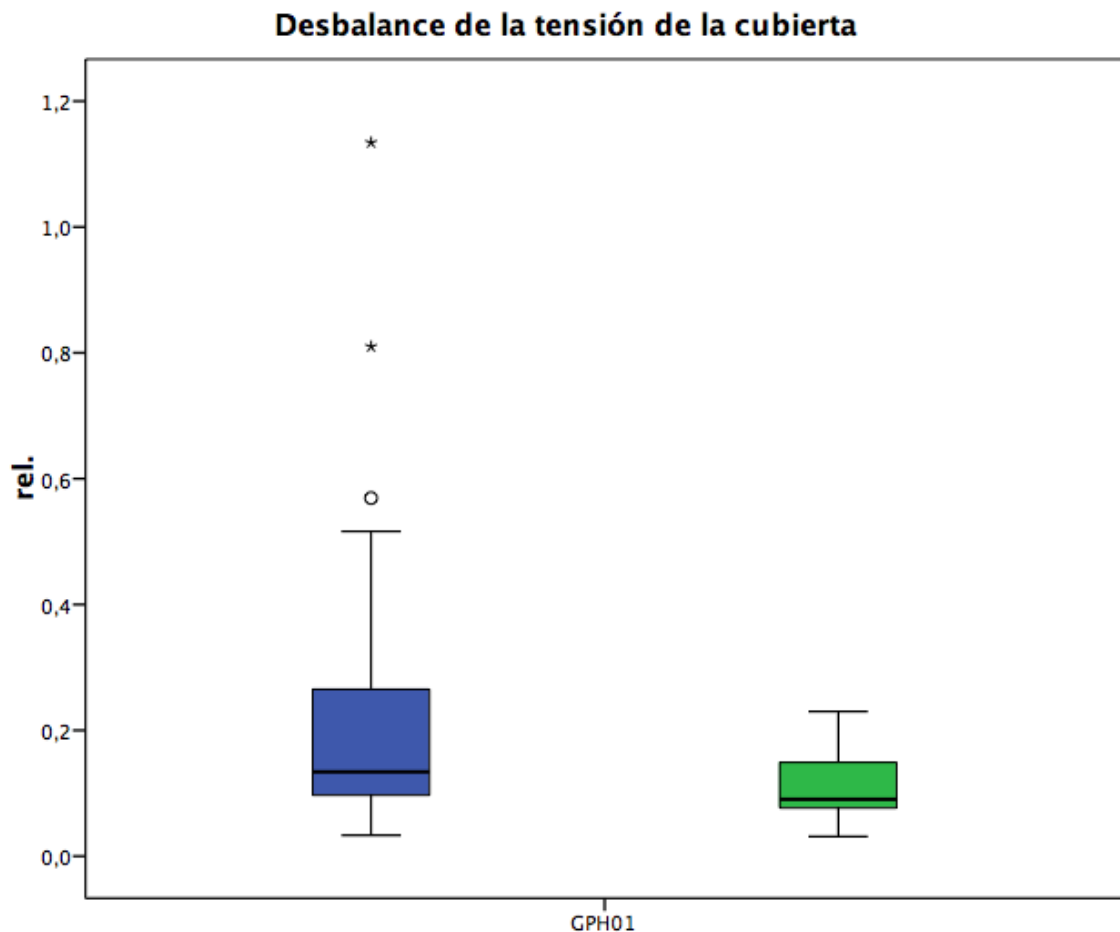


Figura 22. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En las muestras del desbalance de la tensión de la cubierta previas a la intervención se observa la heterogeneidad de los datos constatada mediante la acusada dispersión en el tercer cuartil así como tres valores atípicos —uno de ellos moderado— por encima de dicho cuartil. La mayoría de los valores tienden a dispersarse en la zona por encima de la mediana revelando una alta asimetría. La asimetría persiste en las muestras posteriores a la intervención aunque la dispersión en el cuartil superior disminuye y la dispersión de los datos se reduce de manera muy pronunciada —un 60,7 %—.

La mediana posterior a la intervención refleja una acusada disminución —el 32,8 %—. Este descenso es suficiente como para que la mediana posterior a la intervención se sitúe por debajo del límite normativo superior mientras que las muestras previas sobrepasan dicho límite.

Como ambos parámetros revelan un descenso en las muestras posteriores a la intervención, se puede concluir que desciende la disfuncionalidad fonatoria, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al temblor fisiológico, la figura 23 expresa los resultados descriptivos en diagramas de caja.

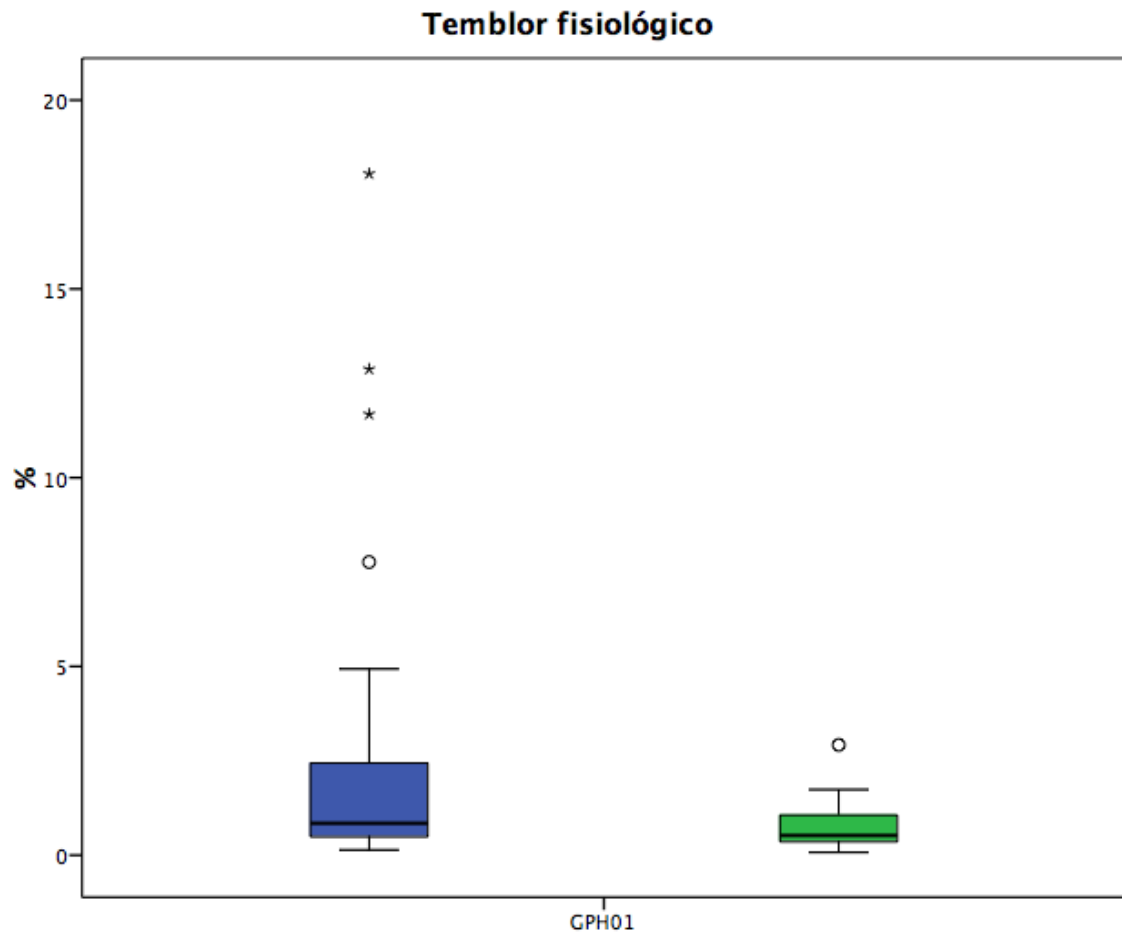


Figura 23. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Lo primero que destaca en el diagrama de caja de las muestras previas a la intervención del temblor fisiológico es la gran asimetría en la distribución de los datos y la considerable dispersión en el tercer cuartil así como los cuatro valores atípicos — tres de ellos acusados—, que aparecen por encima de dicho cuartil. La dispersión se produce por encima de la mediana que es la parte que corresponde a un mayor comportamiento disfuncional. Sin embargo, las muestras previas del temblor fisiológico se hallan por debajo del límite normativo superior. En cuanto a la gráfica correspondiente a las muestras posteriores a la intervención, se observa un gran descenso —del 38,2 %— en la mediana y en el rango intercuartílico —el 69,1 %—, una notable reducción en la dispersión del tercer cuartil y una mayor simetría en la

distribución de datos alrededor de la mediana. Además, aparece un valor atípico moderado por encima del tercer cuartil.

En este rasgo, la información de los parámetros concuerda con una disminución en el comportamiento fonatorio disfuncional, asumiendo alta fiabilidad.

La siguiente figura (véase la figura 24), muestra el resultado de los análisis realizados para el temblor neurológico.

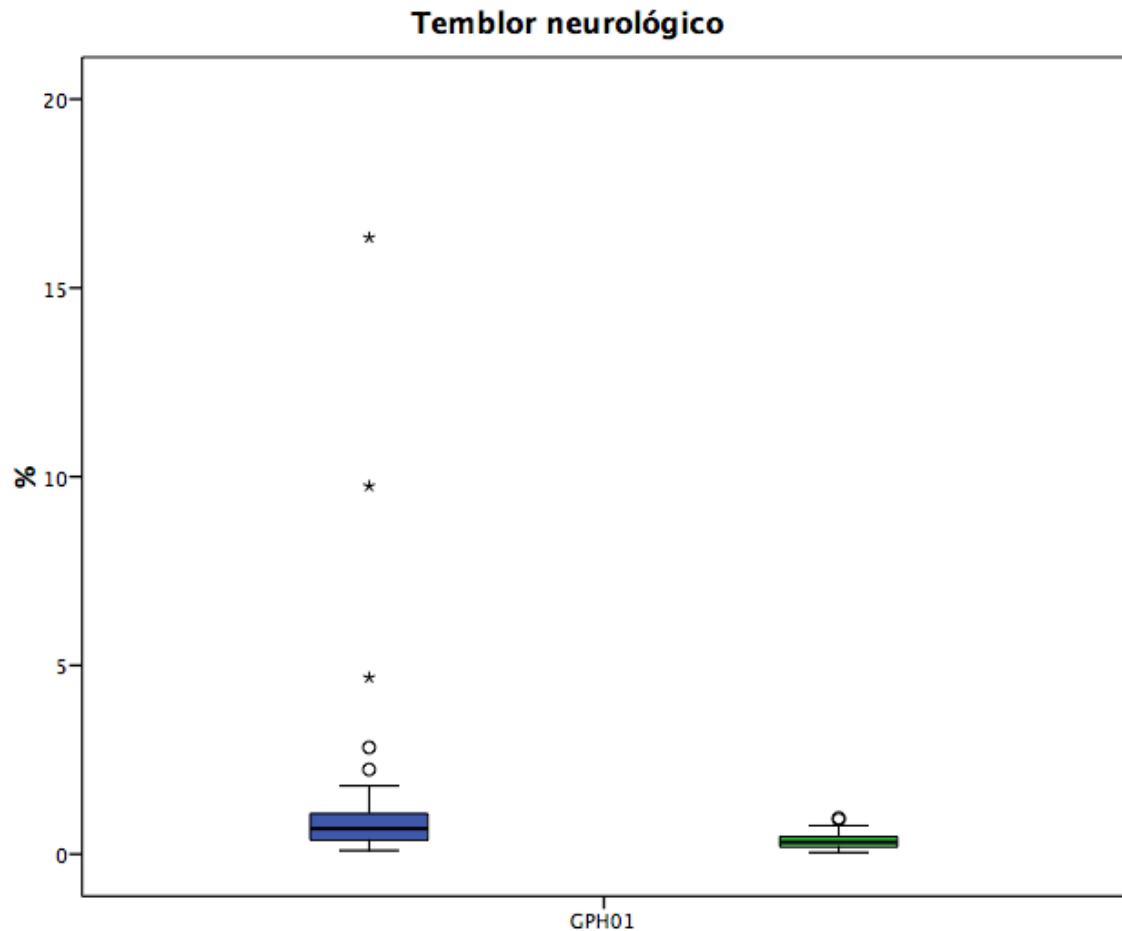


Figura 24. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En las muestras del temblor neurológico previas a la intervención se observa una dispersión de datos no muy elevada y un alto grado de simetría alrededor de la mediana, aunque presenta cinco valores atípicos —tres de ellos acusados— por encima del tercer cuartil. Estas características indican una elevada homogeneidad de datos.

En las muestras posteriores a la intervención se constata la reducción en la dispersión de los datos —un 56,8 %— y una mayor simetría en torno a la mediana que también desciende —un 53,2 %— y comporta un menor comportamiento fonatorio disfuncional. En este caso, la mediana de las muestras posteriores a la intervención se sitúa por debajo del límite normativo superior mientras que las muestras previas se hallan por encima de dicho límite. Estas muestras solo exponen un valor atípico moderado por encima del tercer cuartil.

Existe un descenso del parámetro de la mediana tras la intervención y el del rango intercuartílico. Así pues se puede decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo una alta fiabilidad.

En cuanto al rasgo del *flutter*, la figura 25 muestra los resultados de los gráficos de caja.

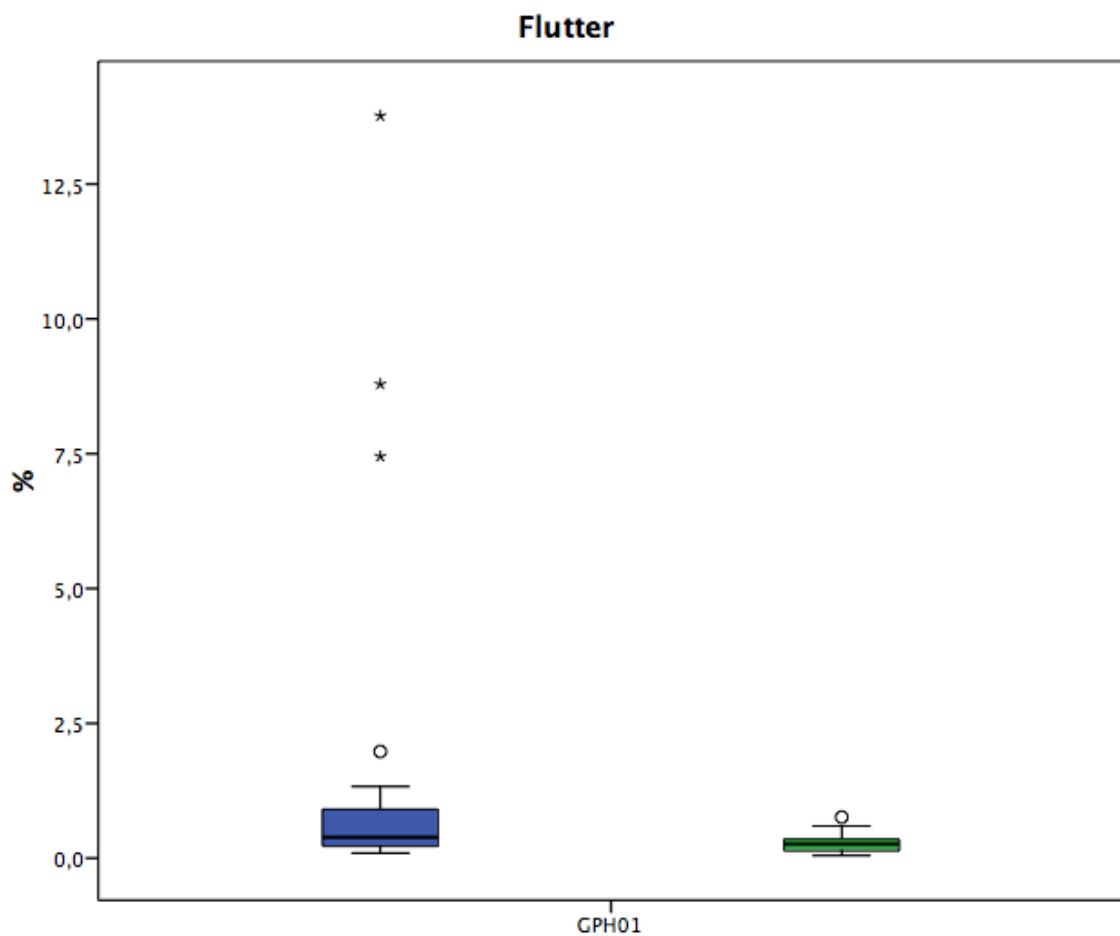


Figura 25. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.



El *flutter* constata la reducción en las muestras posteriores a la intervención tanto de la distribución de datos, que en las muestras previas se encuentran desviados hacia el tercer cuartil, como de su dispersión —que supone un 69,3 % de descenso—. Las muestras posteriores se representan de manera más simétrica alrededor de la mediana aunque existe un leve desplazamiento de datos en el primer cuartil, es decir, el área que se encuentra por debajo de la mediana y que expresa valores bajos de *flutter*. En las muestras previas a la intervención existen cuatro valores atípicos —tres de ellos acusados—, mientras que en las muestras posteriores solo aparece un valor atípico moderado, todos por encima del tercer cuartil. Los análisis indican una mayor homogeneidad de datos en las muestras posteriores.

En este rasgo ni las muestras previas ni las posteriores a la intervención llegan a exceder los límites normativos. Pero la mediana de las muestras posteriores manifiesta una acusada disminución —el 32,6 %— que implica la disminución en el comportamiento fonatorio disfuncional.

Ambos parámetros se alinean en la información que proporcionan puesto que tanto la mediana como el rango intercuartílico posterior a la intervención descienden de manera bastante acusada. Es decir, como los valores de ambos parámetros — mediana y rango intercuartílico— descienden tras la intervención, se puede decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Por último, en la figura 26 aparecen los diagramas de caja relativos al temblor global.

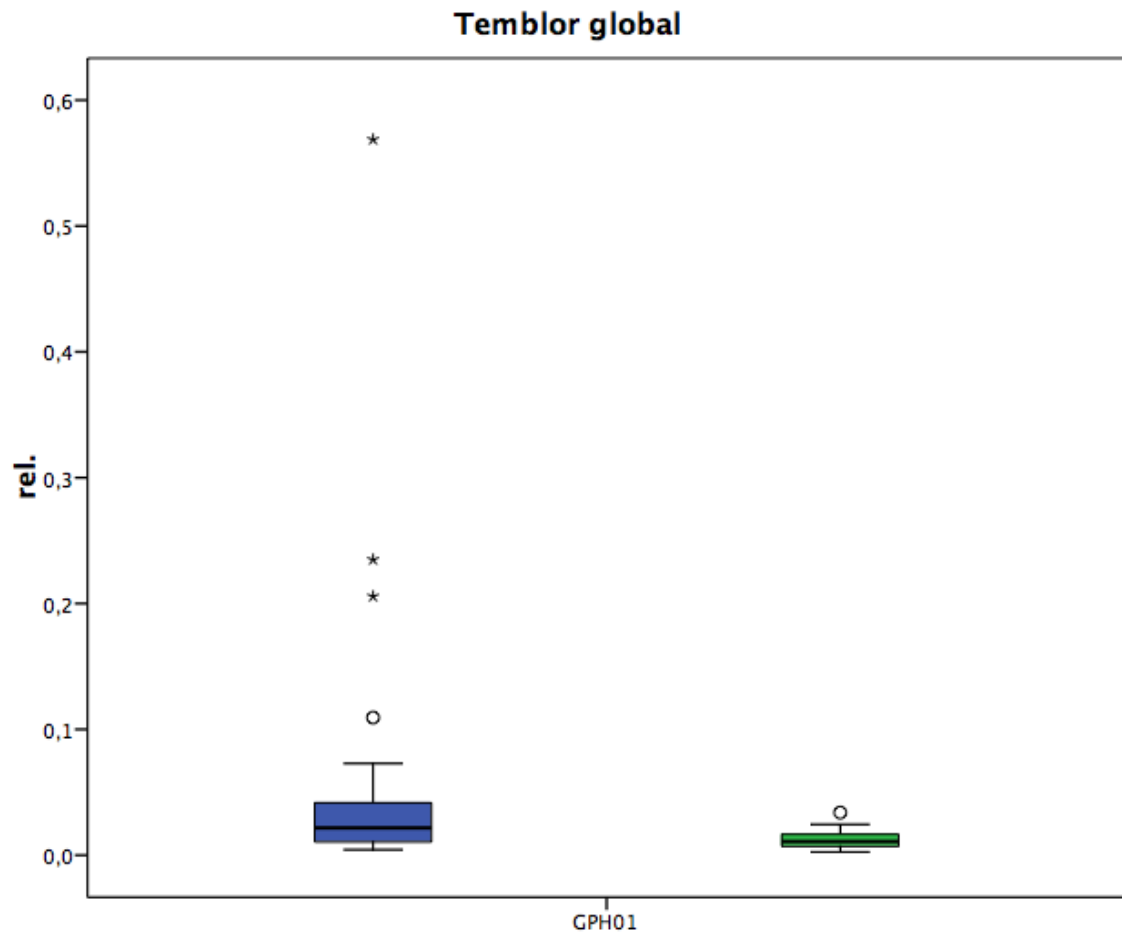


Figura 26. Caso GPH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el gráfico del temblor global correspondiente a las muestras anteriores a la intervención se observa una dispersión hacia el tercer cuartil, por encima de la mediana. Los datos se revelan heterogéneos. Las muestras posteriores manifiestan una pronunciada disminución—un 70,6 %— en la dispersión de los datos. En estas muestras la dispersión se reduce y aumenta el índice de simetría y la homogeneidad en la distribución. Existen, además, en las muestras previas cuatro valores atípicos — tres de ellos extremos—, mientras que en las muestras posteriores solo existe un valor atípico moderado, todos ellos por encima del cuartil superior.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención también presenta un descenso acusado —el 52,4 %— que la sitúa por debajo del límite normativo superior aunque la mediana previa a la intervención se halla justo en dicho límite. Es decir, que tras la intervención, el comportamiento fonatorio disfuncional se ha reducido de manera notable, asumiendo alta fiabilidad.

Finalmente, se aplica el test de Wilcoxon para examinar si los cambios producidos entre las muestras previas y las posteriores a la intervención de cada rasgo presentan significación estadística. Los resultados se ofrecen en la tabla 17.

Tabla 17. Caso GPH01. Se muestran los resultados ofrecidos por el test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. En la primera columna aparecen los rasgos analizados, en la segunda columna se encuentran los valores del estadístico  $z$  y en la tercera columna se recoge la significación estadística de las relaciones entre las muestras, el valor de  $p$ . Las relaciones que obtienen significación estadística van seguidas de asterisco. Un único asterisco si  $p < 0,05$ ; dos asteriscos si  $p < 0,01$  y tres asteriscos si  $p < 0,001$ .

Rasgo	$z$	$p$
Frecuencia fundamental	-2,791	0,005**
<i>Jitter</i>	-3,014	0,003**
<i>Shimmer</i>	-1,605	0,109
Desbalance de la masa del cuerpo	-2,847	0,004**
Desbalance de la tensión del cuerpo	-3,000	0,003**
Desbalance de la masa de la cubierta	-3,572	0,000***
Desbalance de la tensión de la cubierta	-3,642	0,000***
Temblor fisiológico	-3,265	0,001**
Temblor neurológico	-4,312	0,000***
<i>Flutter</i>	-3,126	0,002**
Temblor global	-3,754	0,000***

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

Según los resultados que se observan en este primer participante, existe significación estadística en todos los rasgos a excepción del *shimmer*. Como los cambios producidos en todos los rasgos analizados suponen el descenso en las medianas de las muestras posteriores (véase la tabla 15), se puede decir que los descensos resultan ser estadísticamente significativos.

Los rasgos de desbalance de la masa de la cubierta, desbalance de la tensión de la cubierta, temblor neurológico y temblor global presentan una alta significación estadística —con una significación inferior a 0,001—. Los rasgos de frecuencia fundamental, *jitter*, desbalance de la masa del cuerpo, desbalance de la tensión del cuerpo, temblor fisiológico y *flutter* obtienen significación estadística ( $p < 0,01$ ).

El único rasgo que no obtiene una diferencia estadísticamente significativa entre los valores previos y posteriores a la intervención es el *shimmer* aunque experimenta una disminución del 25 % en su mediana posterior a la intervención.

Seguidamente se realizan análisis de significación estadística sobre la globalidad de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética — es decir, todos ellos a excepción de la frecuencia fundamental—. Primeramente se efectúa un test de Wilcoxon con los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* y se advierte que el valor  $z$  para los valores de los rasgos es de  $-9,732$  y el valor  $p$  es  $< 0,001$ . Al realizar la corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se puede concluir que los cambios producidos por la intervención resultan ser estadísticamente significativos en este grupo de rasgos para este participante.

A continuación se efectúan los mismos tests sobre los rangos intercuartílicos y el resultado ofrece un valor de  $z$  igual a  $-2,803$  y un valor de  $p$  de  $0,005$ . Teniendo en cuenta el ajuste post-hoc de Bonferroni ( $p < 0,005$ ), se observa que la variación global de los rangos intercuartílicos se halla en el límite de la significación estadística, así pues estos cambios globales registrados en las medidas de dispersión no se considera que alcancen a ser estadísticamente significativos.

En resumen, todos los rasgos que conforman el grupo caracterizador de la disartria hipocinética se comportan de manera homogénea, es decir, constatan un descenso en las muestras posteriores a la intervención tanto en sus medianas como en sus rangos intercuartílicos. Se puede concluir que este primer participante muestra una reducción estadísticamente significativa en su índice global de disfunción fonatoria aunque la reducción del rango intercuartílico no alcanza a resultar estadísticamente significativa.

## Participante 2 (GPH02)

Participante de 72 años, con grado 1 en la escala de Hoehn y Yahr. Diagnosticado de Parkinson unos 6 meses antes de participar en el estudio<sup>57</sup>.

El test Shapiro-Wilk para el análisis de normalidad de la distribución de las muestras estima como resultado la compatibilidad con distribuciones no normales ( $p < 0,05$ ) en casi todos los rasgos a excepción de la frecuencia fundamental, tanto antes ( $p = 0,994$ ) como después ( $p = 0,319$ ) de la intervención. Según este resultado, se puede asumir la no normalidad de los datos, por lo que se aplican pruebas no paramétricas para el análisis estadístico que consisten en el test de Wilcoxon tanto para los rasgos individuales como para la valoración conjunta y en la corrección post-hoc de Bonferroni en el caso del análisis global.

En la tabla 18 se evidencian los resultados de las medianas y los rangos intercuartílicos obtenidas de las grabaciones anteriores y posteriores a la intervención y las medianas que se encuentran fuera de los límites normativos, según la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis.

Tabla 18. Caso GPH02. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	193	191	15	17
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,028	0,029	0,028	0,027
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,024	0,028	0,037	0,039
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,045	0,054	0,171	0,112
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,106	0,111	0,203	0,152
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,117	0,128	0,193	0,132
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,180	0,192	0,269	0,185
Temblor fisiológico	%	0,682	1,443	3,885	1,888
Temblor neurológico	%	0,423	0,852	2,912	0,896
<i>Flutter</i>	%	0,322	0,485	1,435	0,518
Temblor global	(rel.)	0,012	0,021	0,077	0,019

<sup>57</sup> El participante GPH02 acude a la unidad de voz de Ramón y Cajal tras asistir a 15 sesiones del estudio. Desde hacía muchos años sufría afonías y el hospital diagnosticó un defecto de cierre congénito por causas idiopáticas que existía desde mucho antes del diagnóstico de Parkinson. Se le practicó una intervención quirúrgica con inyección de toxina botulínica.

La mayoría de los valores de las medianas previas a la intervención se muestran alterdos, y presentan un ascenso en las muestras posteriores. Además existen siete rasgos cuyas muestras anteriores y posteriores a la intervención se encuentran alejadas de los límites normativos superiores. La frecuencia fundamental es uno de ellos. Tanto su mediana previa y como la posterior a la intervención se encuentran muy alejadas del límite normativo superior que para este rasgo es de 142 Hz. El valor de la mediana de las muestras previas a la intervención es de 193 Hz, es decir, se encuentra a 51 Hz por encima del límite normativo superior. La mediana de las muestras posteriores a la intervención desciende 2 Hz respecto de la mediana previa, pero ese descenso es insuficiente para que dichas muestras sitúen dentro de los límites normativos y siguen encontrándose por encima del límite normativo superior —a 49 Hz—.

El *jitter* presenta unos valores muy similares tanto para la mediana de las muestras previas —0,028 (rel.)— como para la mediana de las muestras posteriores a la intervención —0,029 (rel.)—. El ascenso de la mediana posterior respecto a la previa es, pues, de una milésima. Sin embargo, ambos valores se encuentran al doble aproximadamente por encima del límite normativo superior que es de 0,013 (rel.). Las muestras previas a la intervención rebasan en 15 milésimas el límite superior normativo y las muestras posteriores se hallan a 16 milésimas por encima de dicho límite. El descenso observado entre la mediana de las muestras previas a la intervención del *shimmer*, con un valor de 0,024 (rel.) y la mediana de las muestras posteriores a la intervención con un valor de 0,028 (rel.) es de 4 milésimas. El límite normativo superior para este rasgo es de 0,02 (rel.), así pues la mediana previa rebasa dicho límite en 4 milésimas y la mediana posterior lo hace en 8 milésimas.

En todos los rasgos relacionados con los desbalances —el desbalance de la masa del cuerpo y el de la masa de la cubierta y el desbalance de la tensión del cuerpo y el de la tensión de la cubierta— se observa que tanto las medianas de las muestras previas como las medianas de las muestras posteriores a la intervención se encuentran por encima del límite superior normativo. Asimismo, se aprecia un incremento en la mediana de todas las muestras posteriores a la intervención respecto a la mediana de las muestras previas.

En el desbalance de la masa del cuerpo se observa que la mediana de las muestras previas a la intervención cuyo valor es de 0,045 (rel.), supera en 39 milésimas, siete veces y media, el límite normativo superior que, para este rasgo es de 0,006 (rel.). La mediana de las muestras posteriores a la intervención cuyo valor es de 0,054 (rel.), aumenta 9 milésimas respecto a las anteriores y se sitúa a 48 milésimas, nueve veces, por encima del límite normativo superior.

El desbalance de la tensión del cuerpo, cuyo límite normativo superior es de 0,03 (rel.), presenta en la mediana de las muestras previas a la intervención, cuyo valor es de 0,106 (rel.), un incremento de 76 milésimas, más de tres veces aproximadamente, por encima del límite superior normativo. La mediana de las muestras posteriores cuyo valor es de 0,111 (rel.) incrementa su valor 5 milésimas respecto a la mediana de las muestras previas y supera el límite normativo superior 81 milésimas, más de tres veces aproximadamente.

En cuanto al desbalance de la masa de la cubierta, la mediana de las muestras previas a la intervención cuyo valor es de 0,117 (rel.), se encuentra alejada en 48 milésimas del límite normativo superior que, para este rasgo, es de 0,069 (rel.). La mediana de las muestras posteriores a la intervención con un valor de 0,128 (rel.) experimenta un incremento de 11 milésimas respecto a la mediana previa y excede en 59 milésimas el límite normativo superior.

El desbalance de la tensión de la cubierta presenta un incremento en su mediana previa a la intervención cuyo valor es de 0,180 (rel.), de 69 milésimas con respecto al límite normativo superior, 0,111 (rel.). Asimismo, la mediana de las muestras posteriores a la intervención cuyo valor es de 0,192 (rel.), manifiesta un ascenso de 12 milésimas respecto a la mediana previa y supera en 81 milésimas el límite normativo superior.

Otro conjunto de rasgos presenta una mediana previa a la intervención dentro de los límites normativos, pero el valor de la mediana posterior se incrementa y se aleja del límite normativo superior. Es el caso de los temblores fisiológico, neurológico, *flutter* y temblor global, que experimentan un incremento en las muestras posteriores que los sitúan por encima del límite normativo superior frente a las muestras previas que se encuentran por debajo de dicho límite. El temblor fisiológico muestra un

ascenso de 761 milésimas, más del doble, en su mediana posterior a la intervención cuyo valor es de 1,443 % respecto a la mediana previa con un valor de 0,682 %. Asimismo la mediana posterior se sitúa a 434 milésimas sobre el límite normativo superior cuyo valor es de 1,009 %. En el caso del temblor neurológico, el aumento de la mediana de las muestras posteriores a la intervención cuyo valor es de 0,852 % respecto a la mediana de las muestras previas cuyo valor es de 0,423 %, 429 milésimas, es decir, el doble del valor previo. Las muestras posteriores a la intervención exceden en 353 milésimas el límite normativo superior que para este rasgo es de 0,499 %. En cuanto al *flutter*, si bien la mediana de las muestras posteriores a la intervención con un valor de 0,485 %, presenta un incremento de 163 milésimas con respecto a la mediana previa, cuyo valor es de 0,322 %, la diferencia de la mediana posterior con el límite normativo superior, cuyo valor es de 0,443 %, es de 42 milésimas por encima del límite normativo superior. En el temblor global se observa un valor de 0,012 (rel.) en la mediana de las muestras previas a la intervención y de 0,021 (rel.) en la mediana posterior lo que implica un ascenso de 9 milésimas, casi el doble, en la mediana posterior respecto a la previa. La mediana de las muestras posteriores se sitúa una milésima por encima del límite del límite normativo superior, que es 0,02 (rel.).

En la tabla 19 se hallan los porcentajes de incremento o disminución en las medianas y los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo respecto a las previas.

Tabla 19. Caso GPH02. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	-1	13,3
<i>Jitter</i>	3,6	-3,6
<i>Shimmer</i>	16,7	5,4
Desbalance de la masa del cuerpo	20	-34,5
Desbalance de la tensión del cuerpo	4,7	-25,1
Desbalance de la masa de la cubierta	9,4	-31,6
Desbalance de la tensión de la cubierta	6,7	-31,2
Temblor fisiológico	111,6	-51,4
Temblor neurológico	101,4	-69,2
<i>Flutter</i>	50,6	-63,9
Temblor global	75	-75,3



Casi todos los rasgos experimentan un incremento en los valores de las medianas posteriores con respecto a las medianas previas. En otras palabras, aumenta el comportamiento fonatorio disfuncional tras la intervención. La única excepción a esta tendencia es la frecuencia fundamental cuya mediana posterior desciende un 1 %, aunque tanto las muestras previas como las posteriores se encuentran por encima del límite superior normativo.

Los temblores resultan ser el grupo de rasgos que expone un mayor incremento en los valores de sus medianas posteriores respecto a las previas a la intervención. El incremento de la mediana posterior a la intervención en el rasgo del temblor fisiológico es muy importante —el 111,6 %—. También el temblor neurológico experimenta un aumento muy pronunciado —un 101,4 %—. Asimismo, el temblor global presenta un aumento casi tan alto —el 75 %— y, por último, el *flutter* muestra un incremento del doble de su valor previo —un 50,6 %—. Los incrementos porcentuales causan que las muestras posteriores a la intervención se encuentren por encima del límite superior normativo mientras que las muestras previas no superan dicho límite.

Los desbalances son otro grupo de rasgos en los que se advierte un aumento en la mediana posterior a la intervención. Dichos aumentos suponen entre un 4,7 % y un 20 % siendo el desbalance de la masa del cuerpo el desbalance que mayor porcentaje de incremento muestra —un 20%—. El desbalance de la masa de la cubierta aumenta un 9,4 %, el desbalance de la tensión de la cubierta se incrementa un 6,7 % y el desbalance de la tensión del cuerpo aumenta un 4,7 %. En todos los rasgos de desbalances ocurre la misma tendencia, tanto las muestras previas como las posteriores se hallan por encima del límite superior normativo.

Por último, el rasgo de *shimmer* presenta un incremento de 16,7 % y el *jitter* es el rasgo que menor porcentaje de incremento expone —un 3,6 % de aumento—. En ambos casos, tanto las muestras previas como las posteriores superan el límite superior normativo.

Los rangos intercuartílicos se comportan de manera contraria a como lo hacen las medianas. La mayoría de las medidas de dispersión de las muestras posteriores a la intervención presentan un descenso con respecto a las muestras previas. Las excepciones a dicho comportamiento mayoritario son la frecuencia fundamental —con un 13,3 % de incremento— y el *shimmer* —cuyo aumento es del 5,4 %—.

El conjunto de desbalances de la masa y de la tensión tanto del cuerpo como de la cubierta presentan un acusado descenso en las medidas de dispersión en las muestras posteriores a la intervención en un rango que oscila entre 25,1 % y 34,5 %. Por orden de mayor a menor porcentaje de descenso se encuentran el desbalance de la masa del cuerpo —con un descenso del 34,5 %—, el desbalance de la masa de la cubierta —que baja el 31,6 %—, el desbalance de la tensión de la cubierta —que desciende un 31,2 %— y el desbalance de la tensión del cuerpo —con un 25,1 % de descenso—.

Mucho más pronunciados son los descensos que se observan en la dispersión de datos en los rasgos relativos a los temblores. El temblor global es el rasgo que más desciende —el 75,3 % en sus muestras posteriores a la intervención—, el temblor neurológico —que presenta un 69,2 % de reducción—, el *flutter* —que baja el 63,9 %— y el temblor fisiológico —que desciende un 51,4 %—. Por último, el *jitter* evidencia el porcentaje de descenso del rango intercuartílico más reducido de todos los rasgos analizados —un 3,6 %—.

Como se puede observar, en este segundo participante se observa que la mayoría de rasgos comienzan, antes de la intervención, con una gran alteración en sus valores. Tras la intervención presentan un ascenso en las medianas posteriores a dicha intervención mientras que las medidas de dispersión disminuyen lo que corrobora el comportamiento de las medianas. Las excepciones son la frecuencia fundamental y el *shimmer*. En el caso de la frecuencia fundamental, la mediana posterior a la intervención desciende mientras que el rango intercuartílico asciende. En el *shimmer* tanto la mediana como el rango intercuartílico ascienden.

Las variaciones descritas se pueden observar gráficamente en los diagramas de caja que comparan las muestras previas y posteriores a la intervención de cada uno de los rasgos analizados en el presente estudio. En la figura 27 aparecen los diagramas de caja concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental.

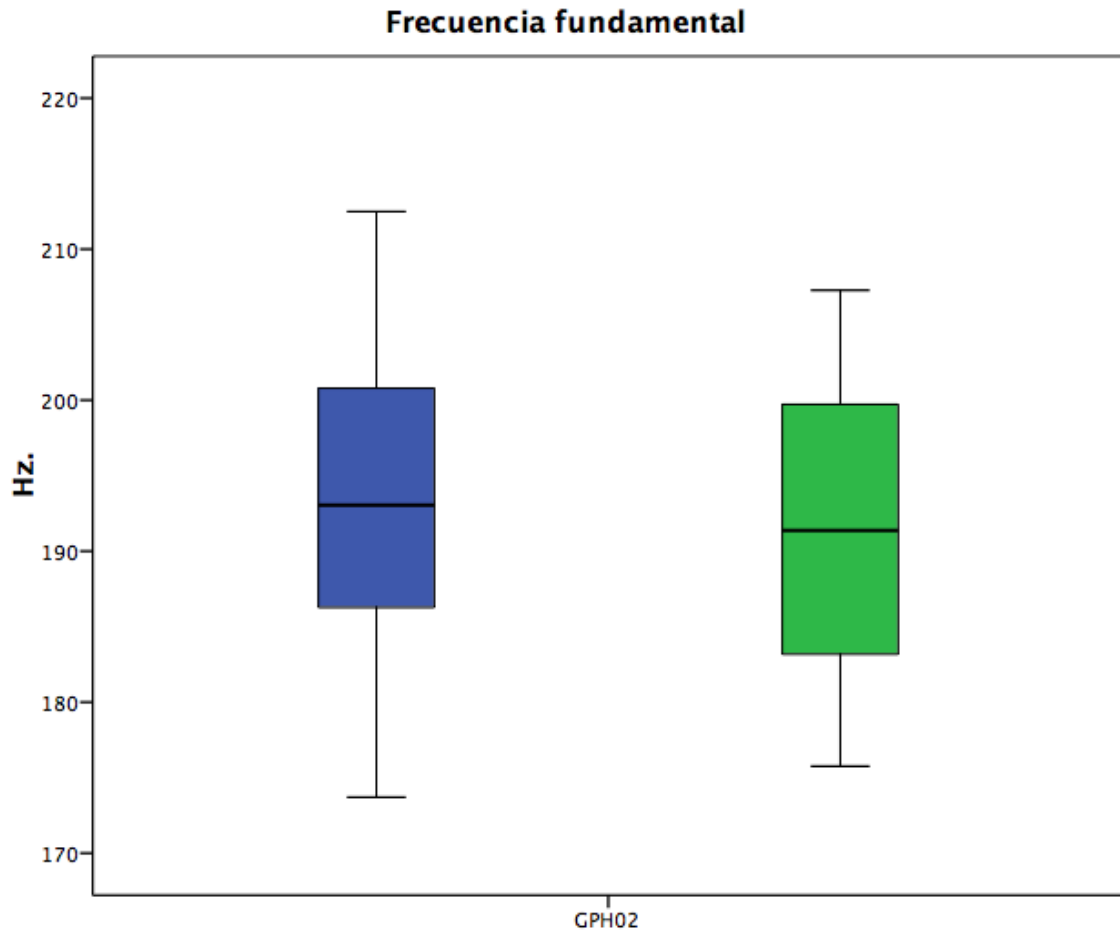


Figura 27. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En este caso, se puede observar que el diagrama correspondiente a las muestras posteriores a la intervención presenta un aumento en la dispersión de datos —el 13,3 %— respecto a las muestras previas. El incremento en la dispersión de datos indica una mayor heterogeneidad en las muestras posteriores a la intervención. Al mismo tiempo, los datos pertenecientes a las muestras previas reflejan una pequeña dispersión hacia el tercer cuartil mientras que las muestras posteriores se distribuyen de manera más simétrica en torno a la mediana y se reduce dicha dispersión.

La mediana posterior a la intervención expone un descenso muy leve —el 1 %— que apenas supone cambios en el comportamiento fonatorio disfuncional. La mediana de las muestras previas también se halla por encima del límite normativo superior pero el porcentaje de descenso de la mediana posterior no resulta suficientemente importante como para que dicha mediana se sitúe dentro de los límites normativos.

La información entre los parámetros que presenta este rasgo es que mientras el valor de la mediana posterior a la intervención baja, la dispersión de datos aumenta, aunque ambos parámetros varían levemente. Es decir, se podría interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

En la figura 28 se reflejan los diagramas de caja concernientes a las muestras previas y posteriores del *jitter*.

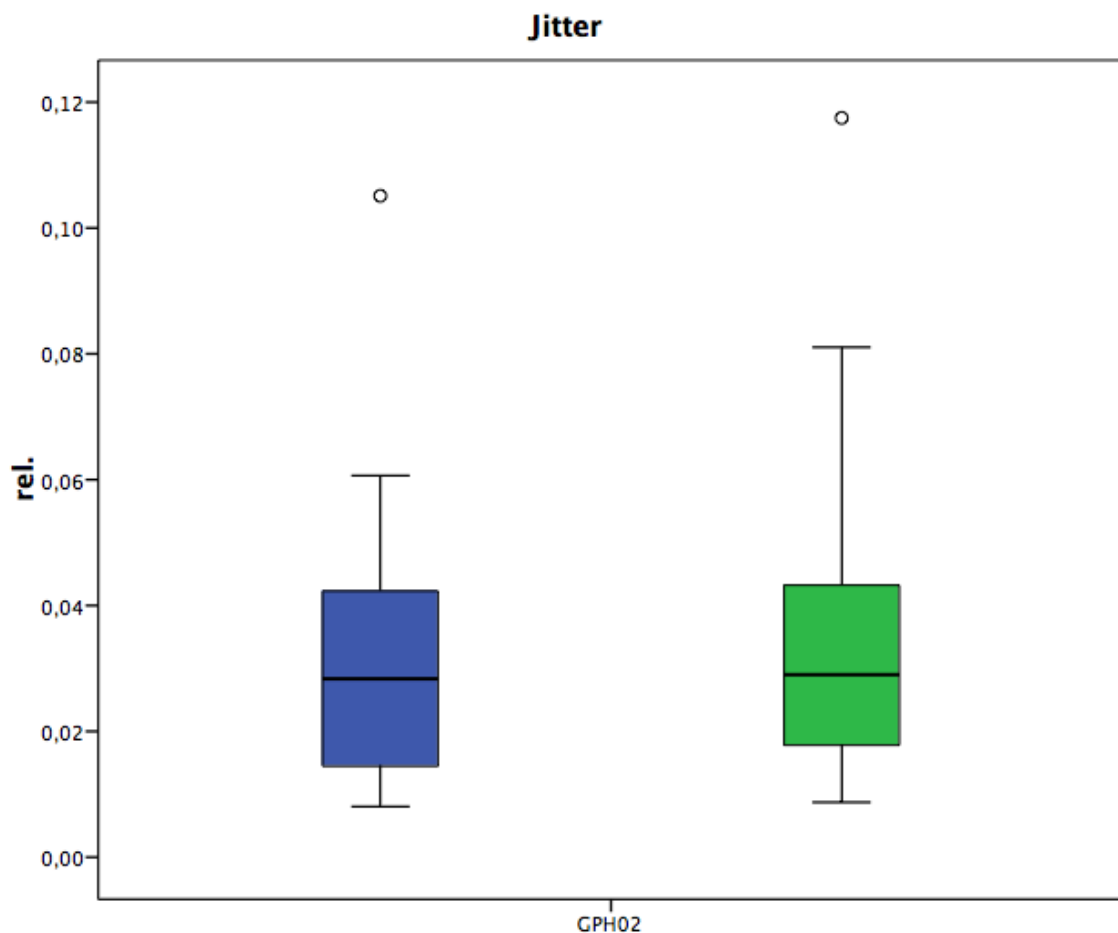


Figura 28. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En los diagramas correspondientes al *jitter* se observa, en primer lugar, que las muestras posteriores a la intervención del *jitter* evidencian un pequeño ascenso —el 3,6 %— en su mediana a la vez que una leve reducción —también un 3,6 %— en la dispersión de los datos. El ascenso en la mediana refleja el incremento en el comportamiento fonatorio disfuncional aunque ese aumento en la disfuncionalidad no afecta a la normatividad del rasgo; tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se encuentran por encima del límite superior normativo.

La reducción observada en el rango intercuartílico indica un pequeño aumento en la homogeneidad de los datos. Se observa una ligera dispersión hacia el tercer cuartil en las muestras posteriores que denota una pérdida de simetría en dichas muestras respecto a las previas. Tanto en las muestras previas como en las posteriores, se observa un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

En este caso, mientras la mediana posterior a la intervención sube, la dispersión de datos desciende. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 29 se expresan los resultados del *shimmer* en forma de diagrama de caja.

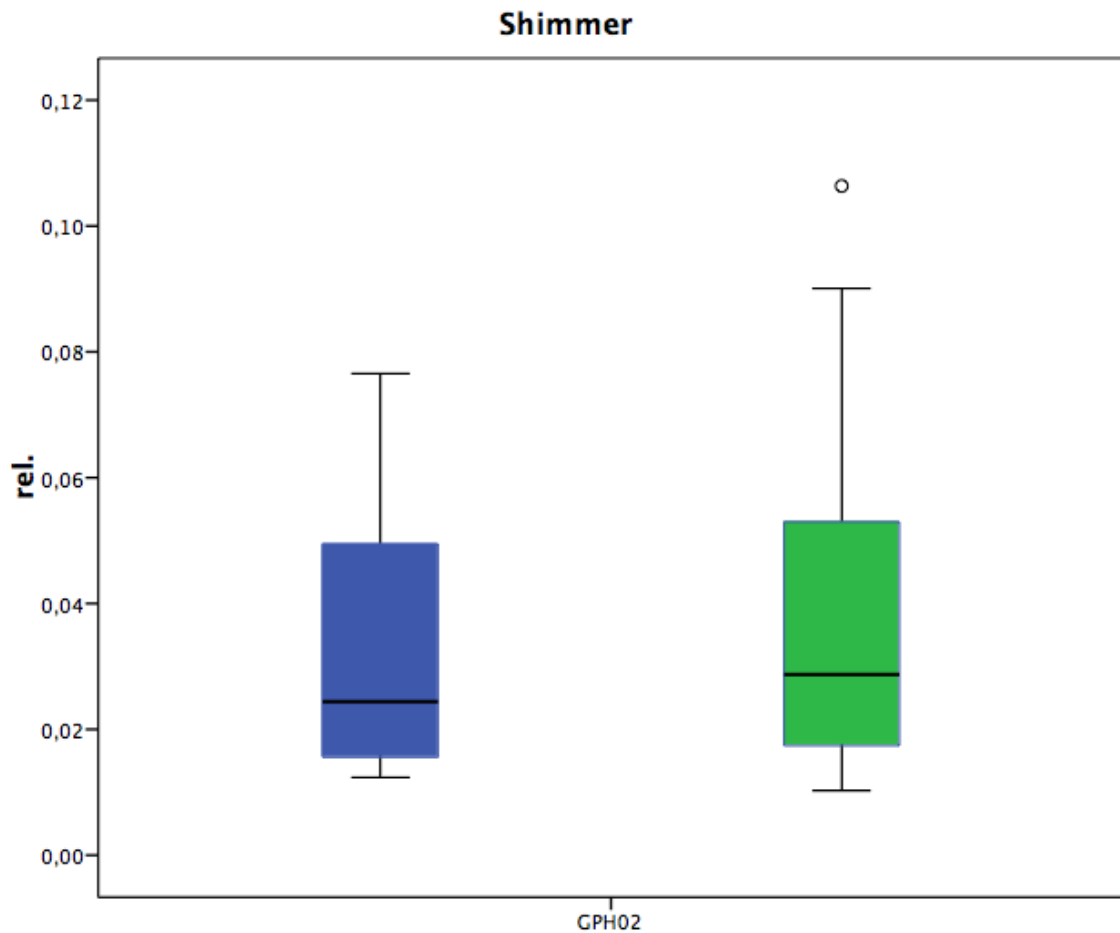


Figura 29. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el gráfico se puede observar que, en las muestras posteriores a la intervención, el rasgo del *shimmer* experimenta un aumento de la mediana —el 16,7 %— que supone el incremento en el índice de disfunción fonatoria. Tanto la mediana de las muestras previas como la mediana posterior a la intervención rebasan el límite normativo superior.

El rango intercuartílico también aumenta en las muestras posteriores a la intervención. Eso significa una mayor heterogeneidad de la distribución de los datos. Asimismo, la distribución de tanto las muestras previas como de las posteriores a la intervención presenta una dispersión hacia el tercer cuartil, es decir, en aquellos valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Es necesario destacar

que las muestras previas a la intervención revelan un grado de asimetría que se reduce ligeramente en las muestras posteriores. Además, en las muestras posteriores se observa la existencia de un valor atípico moderado por encima del tercer cuartil.

Tanto la mediana como el rango intercuartílico de las muestras posteriores a la intervención presentan un ascenso porcentual en el *shimmer*. Eso indica que la disfuncionalidad fonatoria se incrementa, se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

A continuación, en la figura 30, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la masa del cuerpo.

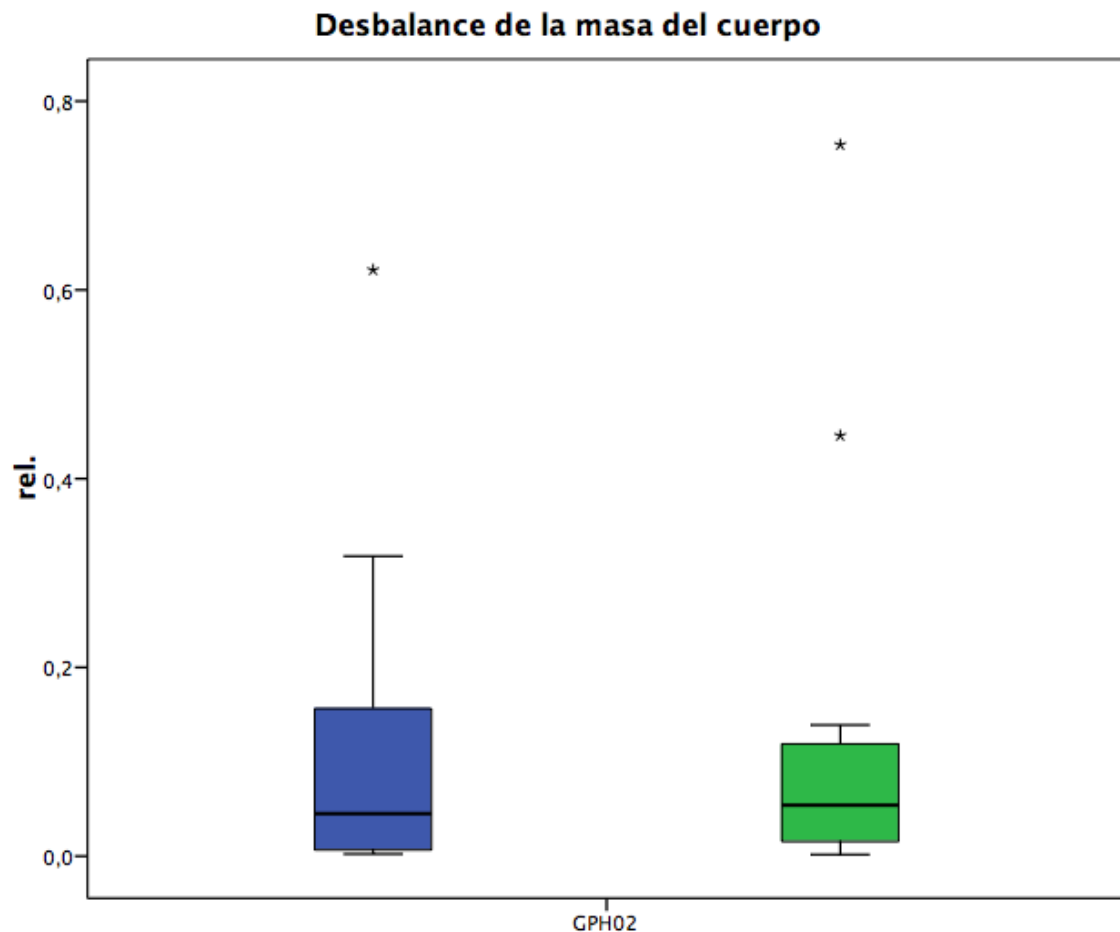


Figura 30. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Los diagramas de caja reflejan, para el desbalance de la masa del cuerpo, la reducción en la dispersión de los datos —el 34,5 %— en las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas. También existe, en las muestras previas, una gran dispersión en la distribución de datos en el tercer cuartil. Las muestras posteriores se distribuyen de forma más simétrica alrededor de la mediana pero sigue existiendo un leve desplazamiento de datos hacia el tercer cuartil, es decir, el área que se encuentra por encima de la mediana y que expresa valores altos del desbalance de la masa del cuerpo. Esta información indica un incremento en la homogeneidad de los datos en las muestras posteriores respecto a las previas. En el diagrama de las muestras previas se observa un valor atípico acusado por encima del tercer cuartil mientras que en el diagrama de las muestras posteriores se manifiestan dos valores atípicos acusados también por encima del tercer cuartil.

El gráfico posterior a la intervención revela un ascenso de la mediana posterior —un 20 %— respecto a la previa, lo que supone un incremento en el comportamiento fonatorio disfuncional. Tanto las muestras previas como las posteriores rebasan el límite superior normativo.

En este caso, mientras que la mediana posterior asciende, el rango intercuartílico desciende. Eso significa que el comportamiento de la mediana resulta fiable.



En el siguiente gráfico (véase la figura 31) aparecen los diagramas de caja relativos al desbalance de la tensión del cuerpo.

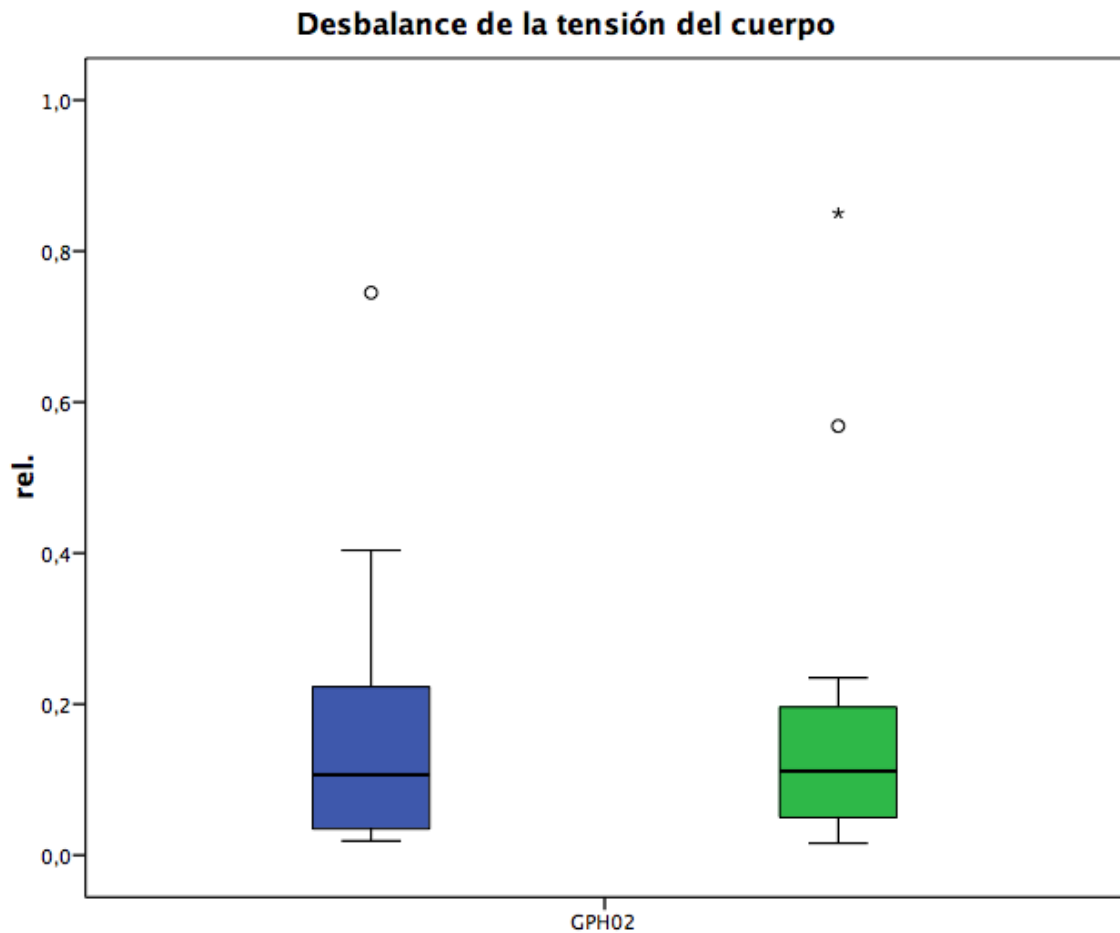


Figura 31. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El desbalance de la tensión del cuerpo presenta un pronunciado descenso en la dispersión de los datos —un 25,1 %— en las muestras posteriores a la intervención lo que indica una mayor homogeneidad de dichos datos. Asimismo, se incrementa la simetría en las muestras posteriores y se reduce la dispersión observada en la distribución del tercer cuartil de las muestras previas. Las muestras previas ofrecen un valor atípico moderado por encima del tercer cuartil mientras que en las muestras posteriores se observan dos valores atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil.

La mediana posterior a la intervención presenta un leve incremento —el 4,7 %— lo que supone el aumento del comportamiento fonatorio disfuncional. Sin embargo, tanto las muestras previas como las posteriores se encuentran por encima del límite normativo superior.

Así pues, la disfuncionalidad fonatoria se incrementa levemente mientras que se reduce acusadamente la dispersión de los datos. Se asumió la alta fiabilidad del aumento de la disfunción fonatoria.

A continuación, en la figura 32, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la masa de la cubierta.

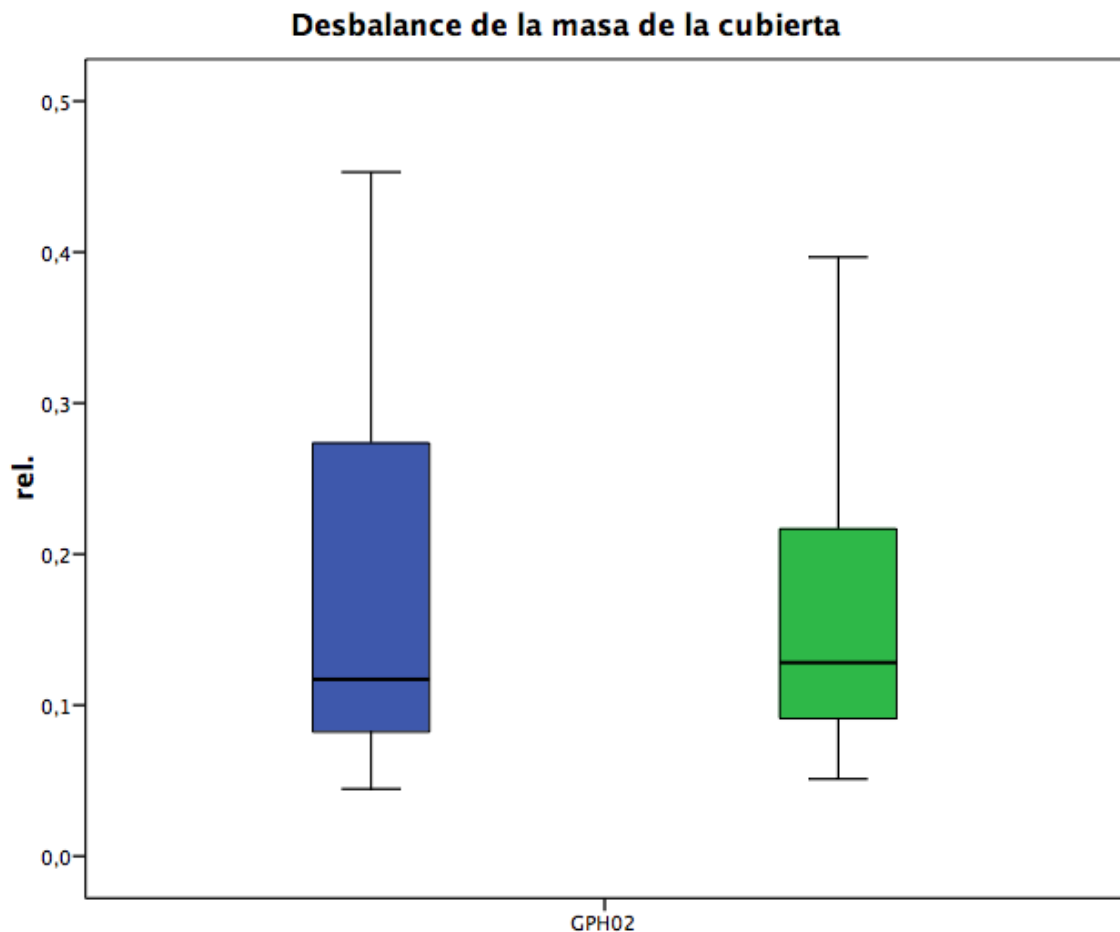


Figura 32. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del desbalance de la masa de la cubierta se puede observar en el gráfico una gran disminución en la dispersión de datos —el 31,6 %— en las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas. Eso indica una mayor homogeneidad de dichos datos. Las muestras previas a la intervención presentan también una pronunciada dispersión en la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. En cambio, en las muestras posteriores a intervención, la simetría aumenta y la dispersión disminuye aunque sigue existiendo una alta dispersión en la distribución en el tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención experimenta un ligero incremento —el 9,4 %— que indica un índice algo mayor en el comportamiento fonatorio disfuncional. Aunque tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención superan el límite superior normativo.

Este rasgo manifiesta un leve ascenso en la mediana y un gran porcentaje de descenso en el rango intercuartílico. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al desbalance de la tensión de la cubierta, la figura 33 expresa los resultados descriptivos en diagramas de caja.

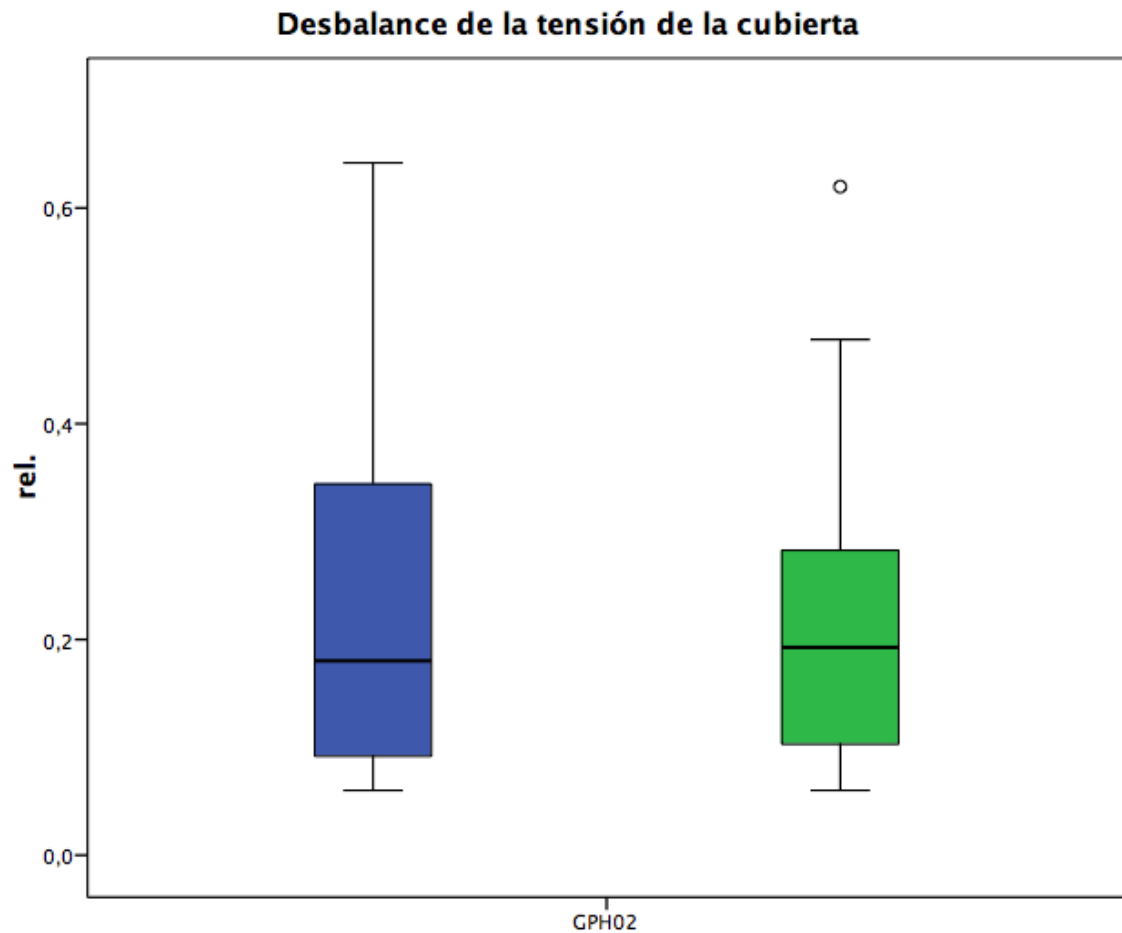


Figura 33. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El desbalance de la tensión de la cubierta revela una gran dispersión de los datos y una enorme dispersión hacia el tercer cuartil en las muestras previas a la intervención en relación con las posteriores indicando una acusada heterogeneidad de los datos. Sin embargo, el diagrama correspondiente a las muestras posteriores a la intervención expone una reducción considerable en la dispersión de datos —un 31,2 %— en comparación con las muestras previas. La reducción en las muestras posteriores produce una gran simetría en la distribución lo que implica una mayor homogeneidad en los datos. En las muestras posteriores se observa un valor atípico moderado por encima del tercer cuartil.

En cambio, la mediana posterior a la intervención experimenta un ascenso leve —el 6,7 %— lo que significa un pequeño incremento en el comportamiento fonatorio disfuncional. No obstante, tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se encuentran por encima del límite superior normativo.

En el rasgo del desbalance de la tensión de la cubierta, la mediana posterior a la intervención asciende levemente y el rango intercuartílico muestra un gran descenso. Se puede decir que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al temblor fisiológico, la figura 34 que aparece a continuación expone los diagramas de caja obtenidos.

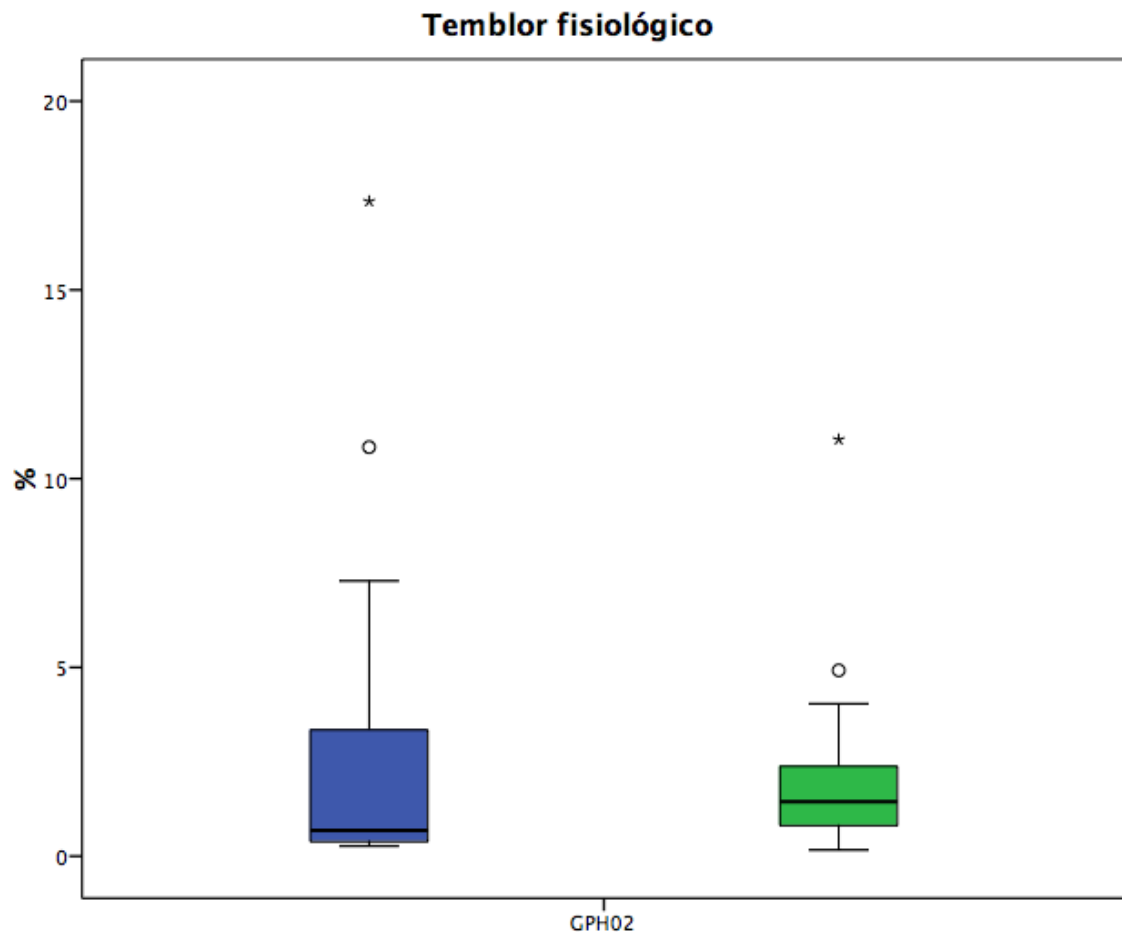


Figura 34. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención del temblor fisiológico presenta un incremento muy pronunciado, del 111,6 %. La mediana previa a la intervención se encuentra por debajo del límite normativo superior; sin embargo la mediana posterior rebasa dicho límite. El comportamiento fonatorio disfuncional se ha incrementado de manera sustancial.

En las muestras previas a la intervención aparece una enorme dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional y que conlleva una total asimetría en la distribución. Asimismo, se observan dos datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil. En cambio, el rango intercuartílico en las muestras posteriores constata una reducción muy elevada —el 51,4 %—, un acusado descenso de la dispersión del tercer cuartil y un aumento sustancial de la simetría de los datos alrededor de la mediana. Este parámetro expresa una mayor homogeneidad de datos en las muestras posteriores respecto a las previas. Aparecen dos datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención exhiben un gran incremento respecto a las previas y la dispersión de los datos presentan un gran descenso. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 35 que aparece a continuación, se observan los diagramas de caja relativos al temblor neurológico.

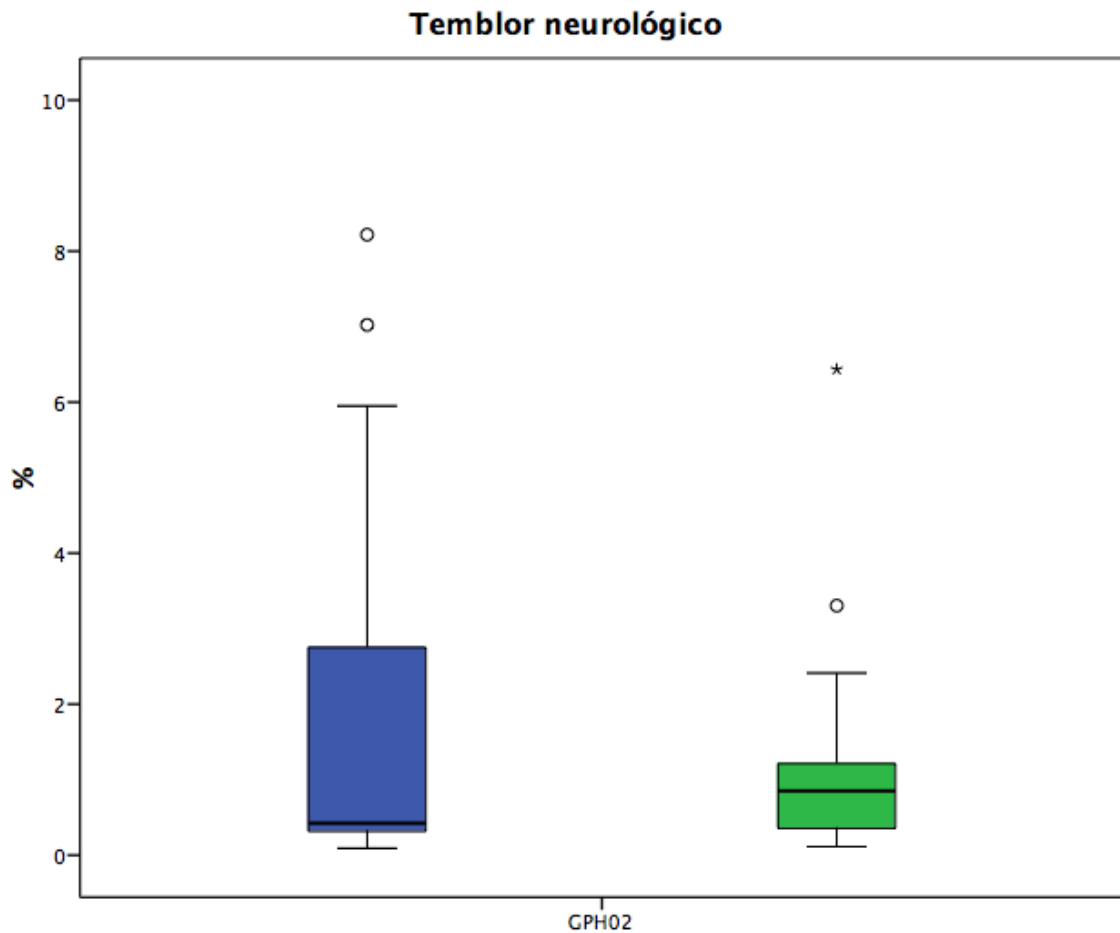


Figura 35. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El temblor neurológico es un rasgo cuya mediana previa a la intervención se encuentra por debajo del límite normativo superior mientras que la mediana posterior experimenta un alto incremento porcentual —el 101,4 %—. El aumento en el comportamiento fonatorio disfuncional sitúa el valor de la mediana en la muestra posterior por encima de dicho límite normativo.

Las muestras previas a la intervención manifiestan una pronunciada dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, es decir, los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. También presentan una gran asimetría en la distribución de los datos. En cambio, en el rango intercuartílico de las muestras posteriores se constata una enorme reducción —el 69,2 %— y se observa la reducción

de la dispersión del tercer cuartil y el aumento sustancial de la simetría de los datos alrededor de la mediana. Respecto a los datos atípicos, las muestras previas a la intervención presentan dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil mientras que en las muestras posteriores aparecen dos datos atípicos —uno de ellos acusado— también por encima del tercer cuartil.

En este caso, la mediana de las muestras posteriores de este rasgo asciende de manera notable mientras que el rango intercuartílico desciende de forma muy pronunciada. Se puede decir que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

Los resultados del *flutter* se recogen en los diagramas de caja de la figura 36 que aparece a continuación.

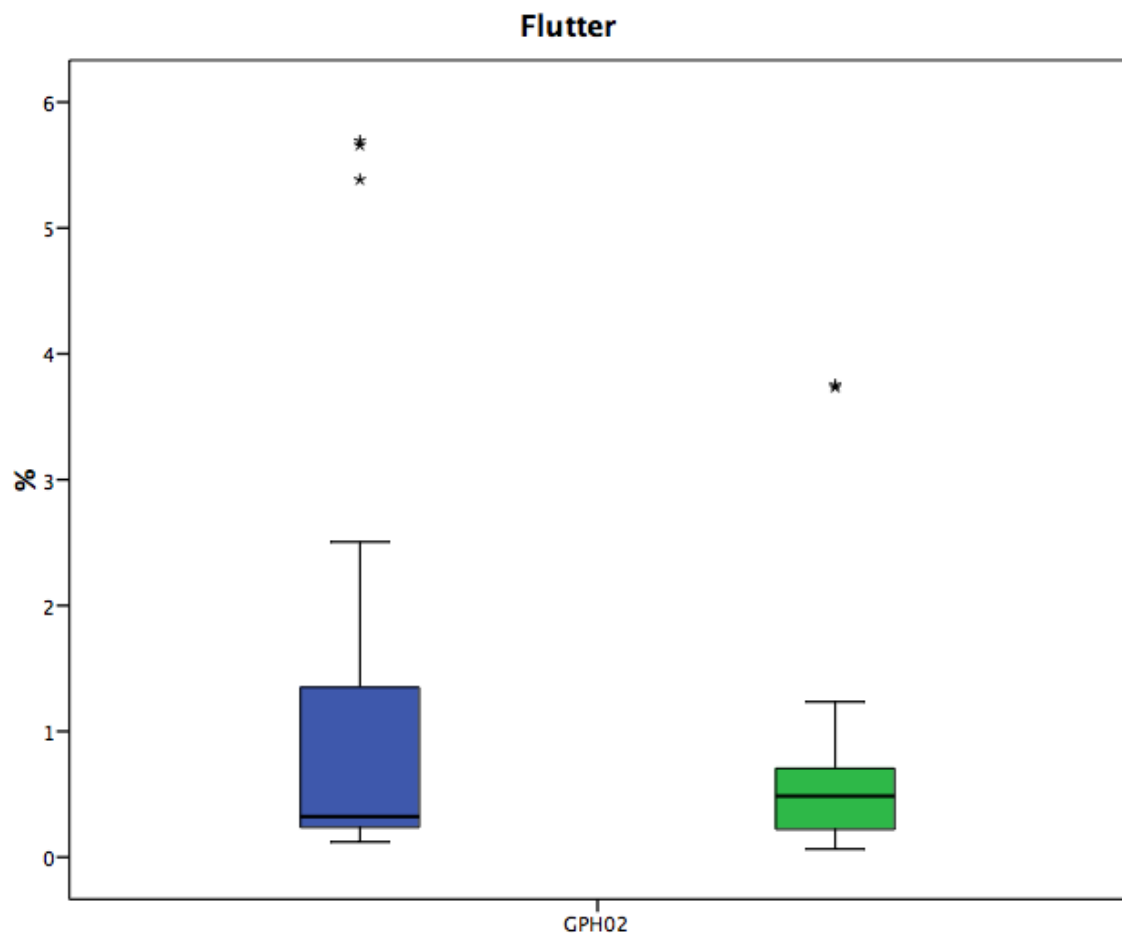


Figura 36. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.



En el rasgo del *flutter* destaca la gran dispersión de los datos y la enorme dispersión de los mismos hacia el tercer cuartil en las muestras previas a la intervención en relación con las posteriores. La mayoría de las muestras previas se sitúan por encima de la mediana indicando una acusada heterogeneidad de los datos y una asimetría extrema. Sin embargo, en el diagrama correspondiente a las muestras posteriores a la intervención se observa una reducción considerable en la dispersión de datos —un 63,9 %— en comparación con las muestras previas y una distribución mucho más simétrica de la distribución. Esto implica una mayor homogeneidad en los datos. Las muestras previas exhiben tres valores atípicos acusados mientras que en las muestras posteriores se advierten dos valores atípicos acusados; todos ellos por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención experimenta, en cambio, un elevado incremento —el 50,6 %— en relación con el valor de la previa lo que denota un aumento en el comportamiento fonatorio disfuncional. De hecho, la mediana de las muestras previas se encuentra por debajo del límite normativo superior pero la mediana posterior rebasa dicho límite.

La elevación en el comportamiento fonatorio disfuncional de las muestras posteriores a la intervención y el descenso en el rango intercuartílico supone el aumento de la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al temblor global, la figura 37 que aparece a continuación expone los diagramas obtenidos.

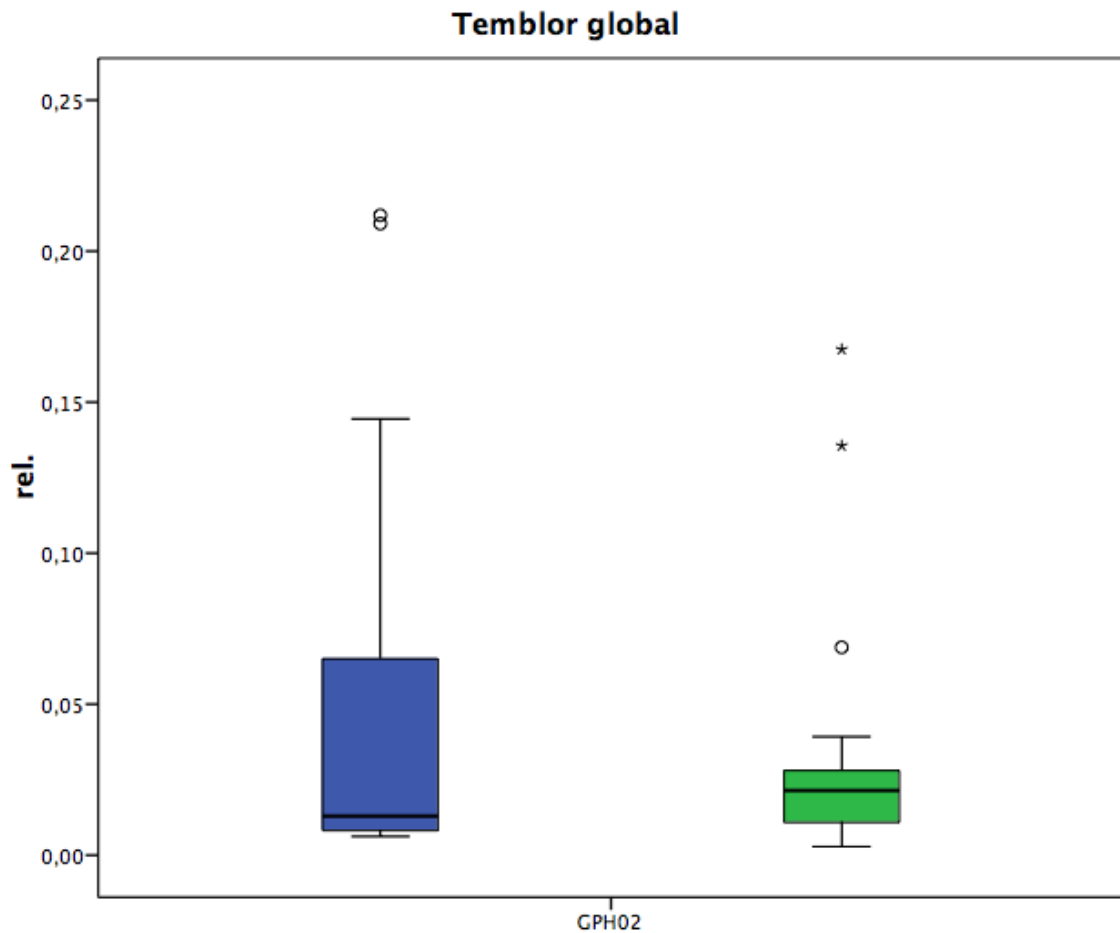


Figura 37. Caso GPH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El temblor global presenta una dispersión elevada y una gran dispersión de los datos hacia el tercer cuartil en las muestras previas a la intervención, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. El porcentaje de descenso en las muestras posteriores respecto a las previas resulta ser sumamente elevado —el 75,3%—. La considerable reducción del rango intercuartílico en las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas implica un incremento de la simetría de la distribución en torno a la mediana y una mayor homogeneidad en los datos. Aunque también se observa una leve dispersión de dichos datos en el primer cuartil. Además, se observan dos datos atípicos moderados entre las muestras previas mientras que las muestras posteriores reflejan tres datos atípicos —dos de ellos

acusados—. Tanto los datos atípicos previos como los posteriores se hallan por encima del tercer cuartil.

Sin embargo, también se observa en los gráficos el gran ascenso de la mediana posterior a la intervención —un 75 %— y eso significa que aumenta el grado de comportamiento fonatorio disfuncional en las muestras posteriores. Se advierte en este rasgo que la mediana previa a la intervención se encuentra dentro de los límites normativos pero, el incremento mencionado, origina que la mediana de las muestras posteriores se aleje del límite normativo superior.

El incremento que experimenta la mediana posterior a la intervención y la acusada reducción del rango intercuartílico suponen que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En la tabla 20 se puede observar el análisis realizado mediante el test de Wilcoxon para observar la significación estadística entre las muestras previas y posteriores a la intervención.

Tabla 20. Caso GPH02. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-0,560	0,575
<i>Jitter</i>	-0,635	0,526
<i>Shimmer</i>	-1,344	0,179
Desbalance de la masa del cuerpo	-0,709	0,478
Desbalance de la tensión del cuerpo	-0,709	0,478
Desbalance de la masa de la cubierta	-0,224	0,823
Desbalance de la tensión de la cubierta	-0,075	0,940
Temblor fisiológico	-0,560	0,575
Temblor neurológico	-0,037	0,970
<i>Flutter</i>	0,000	1,000
Temblor global	-0,485	0,627

\**p* < 0,05; \*\**p* < 0,01; \*\*\**p* < 0,001

El análisis evidencia la falta de significación estadística en todas las muestras examinadas de este segundo participante, es decir, ninguno de los cambios apreciados entre las muestras previas y posteriores pueden considerarse significativos. Ni siquiera aquellas variaciones que implican que las muestras posteriores se ubiquen por encima del límite normativo superior como ocurre en los casos del temblor fisiológico, temblor neurológico, *flutter* y temblor global (véase la tabla 18). Es decir, en dichos rasgos

hubo un ascenso que oscila entre el 50,6 % y el 111,6 % (véase la tabla 19); dicho ascenso es lo suficientemente relevante como para que aumente el grado de disfuncionalidad fonatoria pero este incremento no resulta estadísticamente significativo en este participante.

En cuanto a la significación global de todos aquellos rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética —es decir, todos los rasgos analizados a excepción de la frecuencia fundamental— el test de Wilcoxon con los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* ofrece como resultado que el valor  $z$  para los valores de los rasgos es -2,145 y el valor  $p$  es de 0,032. Aplicando la corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se puede concluir que los cambios producidos por la intervención no resultan ser estadísticamente significativos de manera global. Dichos cambios en este participante consisten en el ascenso de los valores de las muestras posteriores a la intervención.

El test de Wilcoxon realizado sobre los rangos intercuartílicos ofrece el resultado de un valor de  $z$  de -2,599 y un valor de  $p$  de 0,009. Teniendo en cuenta el ajuste de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) los cambios registrados en la valoración global de las medidas de dispersión no resultan ser estadísticamente significativos para este segundo participante. A excepción del *shimmer*, todos los rangos intercuartílicos posteriores a la intervención del conjunto de los diez rasgos analizados muestran una gran reducción en sus valores.

En resumen, los cambios producidos por la intervención en los diez rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética se concretan en un ascenso en el valor de la mediana posterior a la intervención de todos los rasgos analizados y un descenso en los rangos intercuartílicos a excepción del *shimmer* que incrementa su valor posterior aunque ninguna de estas variaciones resulta ser estadísticamente significativa.

**Participante 3 (GPH03)**

El tercer participante tiene 74 años al inicio del experimento. Diagnosticado de Parkinson en 2010 y con una valoración de gravedad de la enfermedad de grado 2 en la escala de Hoehn y Yahr. Presenta pluripatología con problemas cardíacos, prostatitis, disnea crónica, hipotiroidismo y depresión.

El test de Shapiro-Wilk realizado ofrece como resultado una distribución no normal de los datos ( $p < 0,05$ ) en la mayoría de los rasgos analizados a excepción de la frecuencia fundamental tanto antes ( $p = 0,947$ ) como después ( $p = 0,767$ ) de la intervención; del *jitter* previo a la intervención ( $p = 0,050$ ); del *shimmer* previo a la intervención ( $p = 0,256$ ); del desbalance de la masa de la cubierta tanto en la muestra anterior ( $p = 0,085$ ) como posterior a la intervención ( $p = 0,316$ ); del desbalance de la tensión de la cubierta tanto la previa ( $p = 0,940$ ) como la posterior a la intervención ( $p = 0,174$ ); del temblor fisiológico posterior a la intervención ( $p = 0,255$ ); del temblor neurológico posterior a la intervención ( $p = 0,986$ ) y del *flutter* posterior a la intervención ( $p = 0,916$ ). Se asume, pues, la no normalidad de los datos por lo que se realizan pruebas estadísticas no paramétricas consistentes en el test de Wilcoxon tanto para los rasgos individuales como para la valoración conjunta aplicándose, además, la corrección post-hoc de Bonferroni en el caso del análisis global.

Las medidas descriptivas según se puede observar en la tabla 21 revelan una gran heterogeneidad en los resultados de los rasgos de este participante en las medianas y los rangos intercuartílicos obtenidos por el programa de análisis estadístico sobre los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon*. Se aprecian las medianas de los rasgos que rebasan los límites normativos, según la base de datos de referencia utilizada por la herramienta de análisis.

Tabla 21. Caso GPH03. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	156	159	17	6
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,022	0,015	0,028	0,012
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,030	0,030	0,018	0,010
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,027	0,012	0,094	0,026
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,073	0,042	0,147	0,049
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,128	0,155	0,047	0,117
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,166	0,244	0,110	0,232
Temblor fisiológico	%	1,715	1,028	2,150	0,625
Temblor neurológico	%	0,780	0,818	1,191	0,371
<i>Flutter</i>	%	0,591	0,481	0,477	0,250
Temblor global	(rel.)	0,020	0,020	0,027	0,011

Se puede desprender del comportamiento de las muestras antes y después de la intervención de este participante que un primer grupo de rasgos manifiesta un incremento en los valores de las medianas de las muestras posteriores a la intervención en relación con las medianas de las muestras previas. En este grupo de rasgos, tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se encuentran alejadas de los valores máximos normativos según la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis. La frecuencia fundamental es uno de estos rasgos y, como se puede observar en la anterior tabla, experimenta un aumento de 3 Hz en las muestras posteriores a la intervención respecto de las previas. La mediana previa a la intervención, cuyo valor es de 156 Hz, excede en 14 Hz el límite normativo superior que es de 142 Hz. La mediana posterior cuyo valor es de 159 Hz supone 17 Hz de incremento.

Otro rasgo de este tipo es el desbalance de la masa de la cubierta que presenta un incremento entre las muestras previas a la intervención —0,128 (rel.)— y las muestras posteriores —0,155 (rel.)— de 27 milésimas. Las muestras previas a la intervención y las posteriores se encuentran fuera del límite normativo superior cuyo valor es de 0,069 (rel.). La mediana de las muestras previas a la intervención excede en 59 milésimas el valor máximo normativo y la mediana de las muestras posteriores excede en 86 milésimas el límite normativo superior.

El desbalance de la tensión de la cubierta muestra asimismo un incremento en las muestras posteriores a la intervención  $-0,244$  (rel.)— en comparación con las muestras previas  $-0,166$  (rel.)— de 78 milésimas. Ambos valores se encuentran por encima del límite normativo superior que es de  $0,111$  (rel.). La mediana de las muestras previas a la intervención excede en 55 milésimas el límite normativo superior y la mediana de las muestras posteriores excede en 133 milésimas, más del doble, dicho límite.

Por último, el temblor neurológico también experimenta un incremento en la mediana de las muestras posteriores a la intervención  $-0,818$  %— respecto a la mediana de las muestras previas  $-0,780$  %— de 38 milésimas. También ambas medianas exceden los valores considerados normativos para el temblor neurológico cuyo valor máximo es de  $0,499$  %. La mediana de las muestras previas a la intervención rebasa el límite normativo superior en 281 milésimas y la mediana de las muestras posteriores supera dicho valor en 319 milésimas.

En la mayoría de los rasgos los valores de las medianas de las muestras posteriores a la intervención presentan un descenso en relación con las medianas de las muestras previas. En estos rasgos, las muestras previas se encuentran alejadas del límite normativo superior y el descenso no resulta suficiente como para que la mediana de las muestras posteriores se sitúe dentro del rango de normatividad.

En el caso del *jitter*, mientras que el límite normativo superior es de  $0,013$  (rel.), el valor de la mediana de las muestras previas a la intervención es de  $0,022$  (rel.), es decir, sobrepasa el límite normativo superior en 9 milésimas. La mediana de las muestras posteriores a la intervención presenta un valor de  $0,015$  (rel.), es decir, que desciende 7 milésimas respecto a las muestras previas y se sitúa a dos milésimas por encima del límite normativo superior.

El desbalance de la masa del cuerpo presenta un valor de  $0,027$  (rel.) en la mediana previa a la intervención, que supone 21 milésimas, más de tres veces, por encima del límite normativo superior  $-0,006$  (rel.)—. En cuanto a la mediana posterior a la intervención con un valor de  $0,012$  (rel.), desciende 15 milésimas respecto al valor previo situándose a 6 milésimas por encima del límite normativo superior.

El desbalance de la tensión del cuerpo también presenta un descenso en el valor de su mediana posterior a la intervención  $-0,042$  (rel.)— respecto a la previa  $-0,073$  (rel.)—. El descenso supone 31 milésimas. El límite normativo superior para este rasgo es de  $0,03$  (rel.) y eso significa que el valor de la mediana previa a la intervención se encuentra a 43 milésimas por encima de dicho límite y la mediana posterior lo supera en 12 milésimas, es decir, no consigue situarse por debajo del límite normativo superior.

En el caso del temblor fisiológico, la diferencia entre la mediana de las muestras previas a la intervención  $-1,715$  %— y la mediana de las posteriores  $-1,028$  %— es de 687 milésimas. Tanto la mediana previa como la posterior se encuentran alejadas del límite normativo superior  $-1,009$  %—. En concreto, la mediana previa a la intervención se encuentra a 706 milésimas por encima de dicho límite mientras que en el caso de la mediana posterior, el incremento es de 19 milésimas. El descenso, aunque acusado, tampoco consigue que la mediana posterior se sitúe dentro del rango de normatividad.

En cuanto al *flutter*, muestra asimismo un descenso de 110 milésimas— entre las medianas de las muestras previas a la intervención  $-0,591$  %— y la de las muestras posteriores  $-0,481$  %—. No obstante ambos valores también se encuentran alejados del límite normativo superior  $-0,443$  %—. La mediana de las muestras previas a la intervención supera en 148 milésimas el límite normativo superior mientras que la mediana de las muestras posteriores excede en 38 milésimas dicho límite.

El *shimmer* y el temblor global son los únicos rasgos cuyas medianas previa y posterior a la intervención no muestran variación alguna. En el caso del *shimmer* ambas medianas presentan un valor de  $0,030$  (rel.) y superan en 10 milésimas el límite normativo superior  $-0,02$  (rel.)—. En el caso del temblor global las medianas ofrecen un valor de  $0,020$  (rel.) y se encuentran justo en el límite normativo superior establecido en  $0,020$  (rel.).



La tabla 22 ofrece los porcentajes de variación que presentan las medianas y los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo respecto a las previas.

Tabla 22. Caso GPH03. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	1,9	-64,7
<i>Jitter</i>	-31,8	-57,1
<i>Shimmer</i>	0	-44,4
Desbalance de la masa del cuerpo	-55,5	-72,3
Desbalance de la tensión del cuerpo	-42,4	-66,6
Desbalance de la masa de la cubierta	21	148,9
Desbalance de la tensión de la cubierta	46,9	110,9
Temblor fisiológico	-40	-70,9
Temblor neurológico	4,8	-68,8
<i>Flutter</i>	-18,6	-47,5
Temblor global	0	-59,2

Dentro del grupo de rasgos cuyas medianas posteriores a la intervención experimentan un ascenso en sus valores respecto a las previas, los rasgos que mayor porcentaje de ascenso expresan son los relacionados con los desbalances de la cubierta. El desbalance de la tensión de la cubierta refleja un 46,9 % de aumento en la mediana posterior, mientras que el desbalance de la masa de la cubierta supone un 21 % de incremento. Les sigue el temblor neurológico cuyo incremento porcentual supone un 4,8 % y la frecuencia fundamental, que muestra el incremento en la mediana posterior más bajo de todo este grupo de rasgos —el 1,9 %—.

Respecto a los rasgos cuyas muestras posteriores experimentan un descenso respecto a las previas, son los desbalances del cuerpo los rasgos que presentan mayores porcentajes de disminución en los valores de sus medianas. El desbalance de la masa del cuerpo revela el mayor descenso porcentual —un 55.5 %— y le siguen el desbalance de la tensión del cuerpo —un 42,4 %— y el temblor fisiológico —con el 40 %—. El *jitter* también presenta valores altos de descenso en su mediana posterior —31,8 %—. Y en último lugar se encuentra el *flutter* —con un 18,6 %—.

El *shimmer* y el temblor global son los únicos rasgos que no muestran variación entre sus muestras previas y posteriores a la intervención.

En cuanto a los rangos intercuartílicos, la mayoría de los rasgos muestran un comportamiento de reducción de la dispersión de datos en las muestras posteriores a la intervención. Solo hay dos excepciones, el desbalance de la masa de la cubierta y desbalance de la tensión de la cubierta que presentan incrementos muy acusados en la dispersión posterior de los datos. El desbalance de la masa de la cubierta es el rasgo que constata un mayor aumento —un 148,9 %— y, a continuación, se encuentra el desbalance de la tensión de la cubierta —con un 110,9 %—.

El resto de rasgos presenta una disminución en la dispersión de datos de las muestras posteriores a la intervención. El desbalance de la masa del cuerpo y el temblor fisiológico son los rasgos que muestran un mayor porcentaje de descenso —el 72,3 % y el 70,9 % respectivamente—. El temblor neurológico, el desbalance de la tensión del cuerpo y la frecuencia fundamental presentan valores muy cercanos de descenso en sus muestras posteriores —el 68,8 %, el 66,6 % y el 64,7 % respectivamente—. Al igual ocurre con el temblor global y el *jitter* —cuyos valores son del 59,2 % y del 57,1 % respectivamente—. El *flutter* y el *shimmer* son los rasgos que menor disminución suponen a pesar de ser también muy elevadas —el 47,5 % y el 44,4 % respectivamente—.

A grandes rasgos se observa un comportamiento bastante heterogéneo en la mayoría de los rasgos analizados. Los rasgos se pueden agrupar según su comportamiento en cuatro tendencias diferenciadas. El primer grupo está compuesto por aquellos rasgos que presentan un descenso tanto en el valor de las medianas posteriores a la intervención respecto a los valores de las previas y una reducción en los rangos intercuartílicos. En este grupo, la reducción del rango intercuartílico se alinea con una mayor precisión en la estimación del descenso en la disfuncionalidad fonatoria. En este grupo se hallan los rasgos del *jitter*, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo, el temblor fisiológico y el *flutter*.

Las medianas de la frecuencia fundamental y el temblor neurológico presentan un leve aumento en sus valores posteriores a la intervención —1,9 % y 4,8 % respectivamente—, pero la dispersión de datos se reduce de forma muy pronunciada llegando hasta el 64,7 % para la frecuencia fundamental y el 68,8 % para el temblor neurológico. En este caso, también se asume alta fiabilidad.

El tercer grupo los forman el *shimmer* y el temblor global. En estos rasgos no se observa diferencia entre las medianas previa y posterior a la intervención pero los rangos intercuartílicos descienden un 44,4 % y un 59,2 %, respectivamente. Se observa, pues, una mejora, porque la reducción de la dispersión siempre es un indicativo de mejora. Objetivamente, es preferible que los datos se encuentren concentrados a que se hallen dispersos.

El último grupo está formado por rasgos que exponen un incremento porcentual tanto en las medianas como en los rangos intercuartílicos posteriores a la intervención aunque la fiabilidad es baja. Dicho grupo está compuesto por el desbalance de la masa de la cubierta y el desbalance de la tensión de la cubierta.

En los diagramas de caja que siguen a continuación se pueden observar los cambios descritos anteriormente. En la figura 38 aparecen los diagramas de caja concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental.

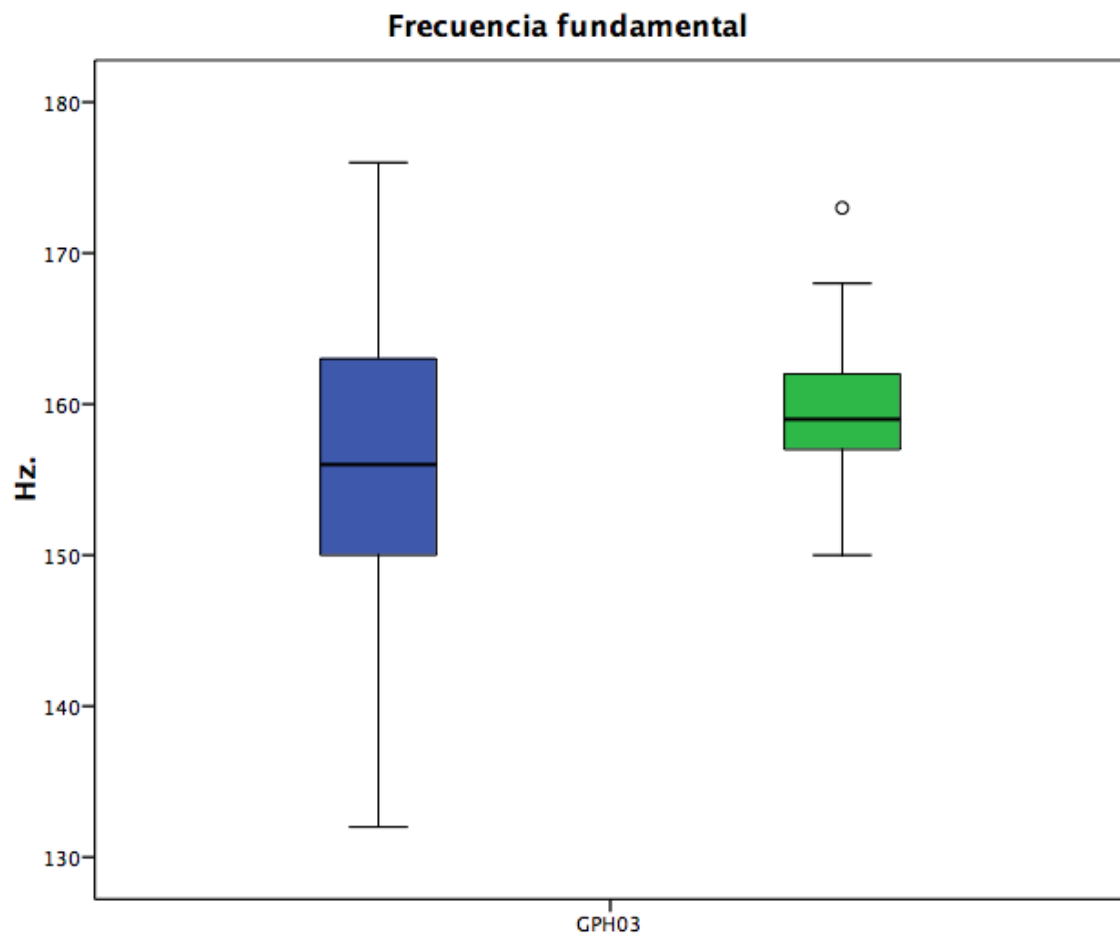


Figura 38. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Mediante los diagramas de caja, se constata en la frecuencia fundamental una reducción acusada —el 64,7 %— del rango intercuartílico posterior a la intervención respecto al previo. Eso indica una mayor homogeneidad en las muestras posteriores y un aumento en la estabilidad fonatoria. Tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención manifiestan una leve dispersión en la distribución de los datos hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. En las muestras posteriores se detecta un valor atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención exhibe un leve incremento —el 1,9 %— respecto del valor de la previa. Eso implica un aumento en el comportamiento fonatorio disfuncional y su alejamiento del límite normativo superior aunque tanto las muestras previas como las posteriores rebasan dicho límite. Es decir, se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En el siguiente grafico (véase la figura 39) aparecen los diagramas de caja de las muestras previas y posteriores a la intervención relativos al *jitter*.

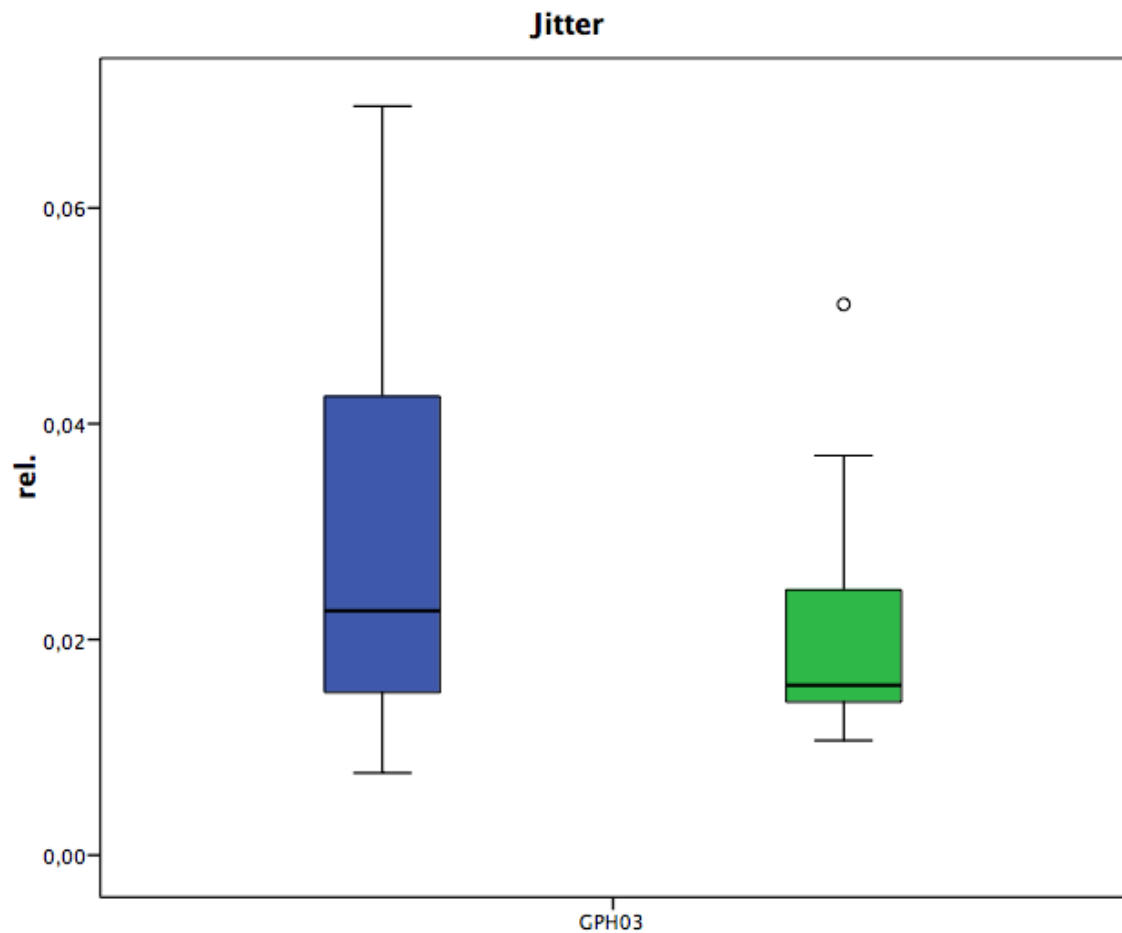


Figura 39. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas a la intervención del *jitter* manifiestan una pronunciada dispersión de datos además de una enorme dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil; es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional y, en consecuencia, una gran asimetría en la distribución. En cambio, las muestras posteriores constatan una gran reducción —el 57,1 %—. No obstante, la dispersión hacia el tercer cuartil sigue siendo considerable y no existe simetría en absoluto. El descenso en el rango intercuartílico posterior denota un aumento en la fiabilidad. Asimismo, las muestras posteriores presentan un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

También se observa en los gráficos el sustancial descenso —un 31,8 %— en la mediana de las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas. La mediana previa a la intervención se encuentra por encima del límite normativo superior, pero el descenso porcentual tan acusado en la disfuncionalidad fonatoria tampoco consigue situar a la mediana de las muestras posteriores dentro de los límites normativos.

Este rasgo presenta un alto índice de alineamiento. Los parámetros examinados presentan ambos un gran descenso porcentual en las muestras posteriores a la intervención. Se puede decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Los resultados del *shimmer* se recogen en los diagramas de caja de la figura 40 que aparece a continuación.

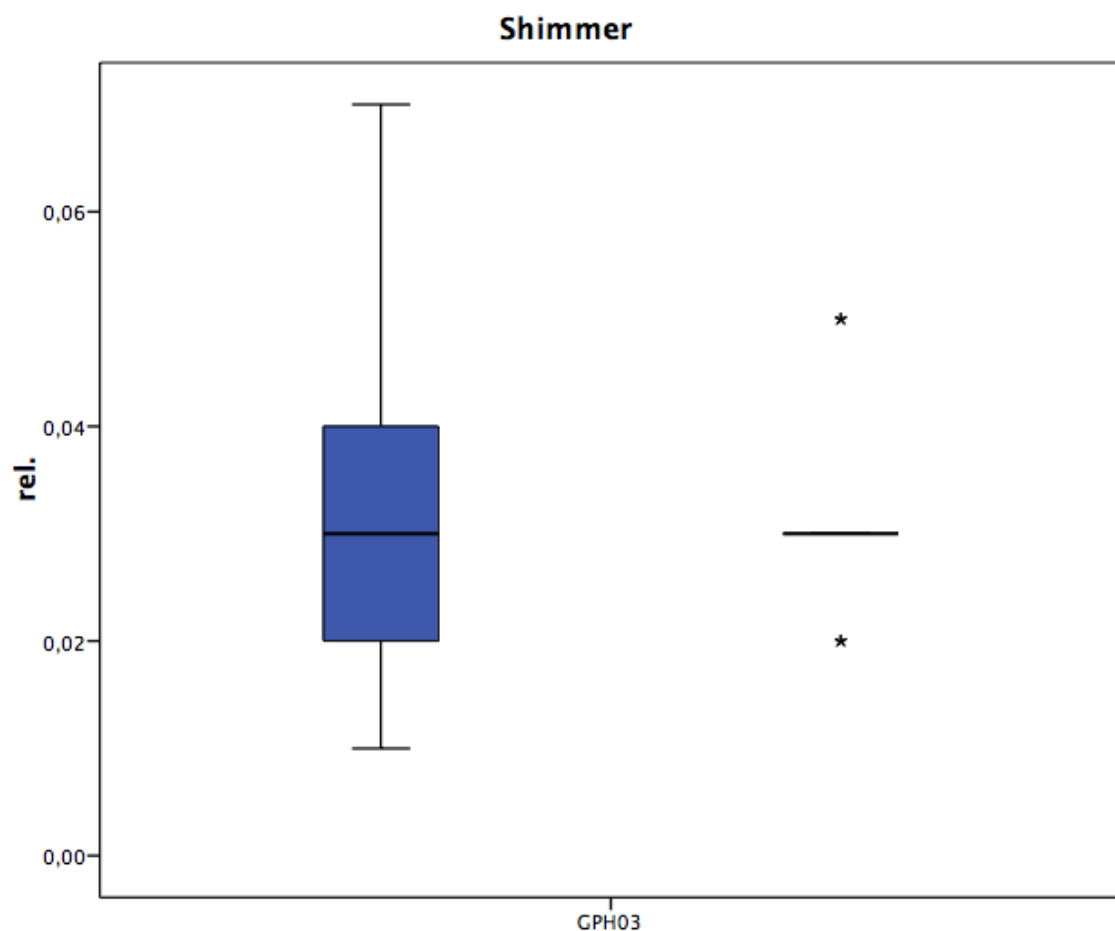


Figura 40. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El *shimmer* presenta una gran dispersión en sus muestras previas a la intervención en comparación a las posteriores aunque la distribución alrededor de la mediana en ambas es bastante simétrica. Las muestras posteriores manifiestan una elevada reducción del rango intercuartílico —un 44,4 %— y un aumento en la homogeneidad de la distribución. Se observa la existencia de tres datos atípicos por encima del tercer cuartil y otros tres datos por debajo del primero en las muestras posteriores, todos ellos moderados.

Los valores de la mediana de las muestras previas y posteriores no experimentan variación, aunque tanto las muestras previas como las posteriores rebasan el límite normativo superior. Pero la reducción en la dispersión de datos es un claro signo de mejora.

En cuanto al desbalance de la masa del cuerpo, la figura 41 que aparece a continuación, expone los diagramas obtenidos.

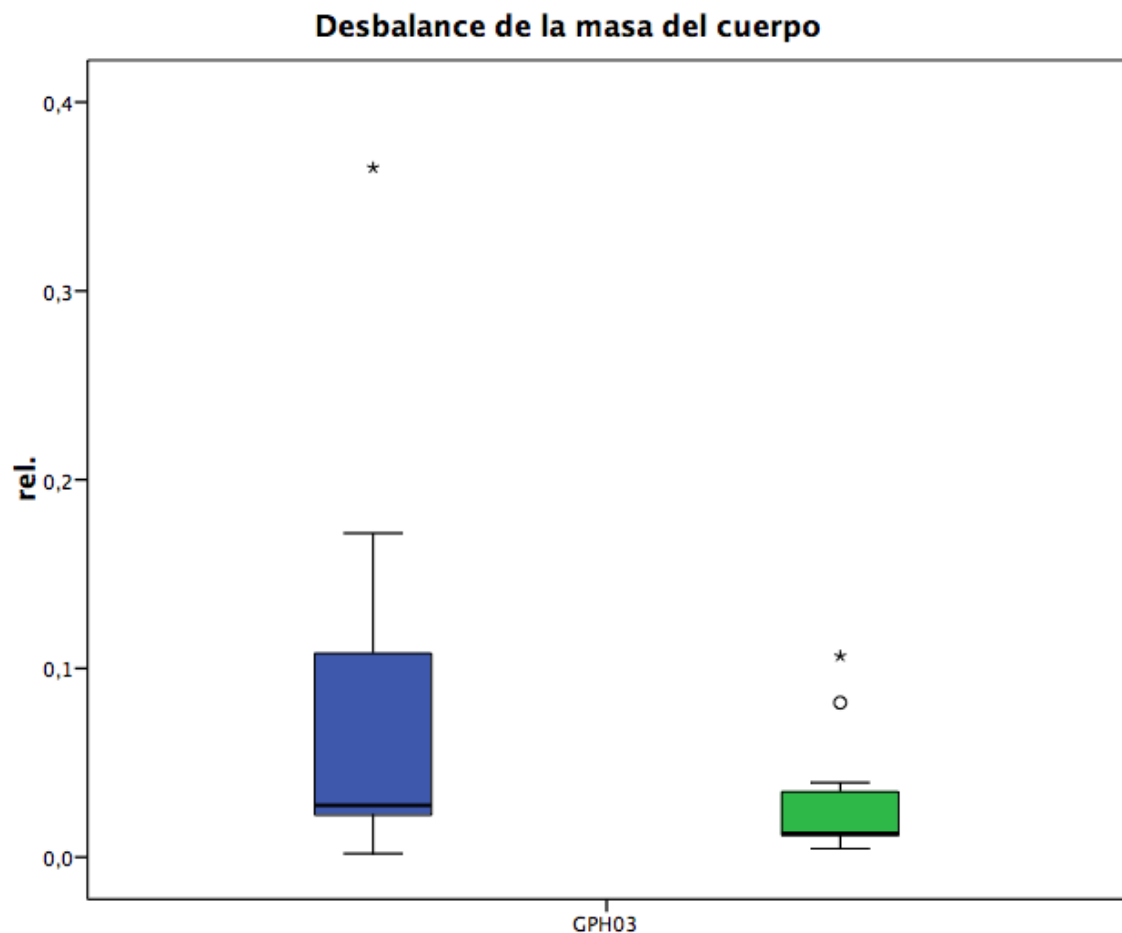


Figura 41. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el desbalance de la masa del cuerpo se advierte una elevada dispersión de los datos y una enorme dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil en las muestras previas a la intervención. Las muestras se dispersan por encima de la mediana, en la zona que revela una mayor disfuncionalidad fonatoria. Esto implica una baja homogeneidad en la distribución. En cambio, el rango intercuartílico posterior presenta un gran descenso —el 72,3 %—. La dispersión de los datos posteriores a la intervención hacia el tercer cuartil, decrece con respecto a lo que se observa en las muestras previas, aunque la simetría tampoco existe en este parámetro. Las muestras previas, además, presentan un dato atípico extremo y las muestras posteriores dos datos atípicos —uno de ellos acusado—. Todos los datos atípicos están por encima del tercer cuartil.

En la mediana de las muestras posteriores a la intervención el porcentaje de descenso que se observa es muy elevado —el 55,5 %— y eso comporta una mayor funcionalidad fonatoria. El descenso no es suficiente como para situar la mediana posterior por debajo del límite normativo superior. Ambos conjuntos de muestras, previo y posterior, rebasan dicho límite normativo superior.

Sin embargo, este rasgo registra unos descensos muy acusados en la mediana y en el rango intercuartílico. Esto significa la disminución del grado de comportamiento fonatorio disfuncional con un alto grado de fiabilidad.



En la siguiente figura (véase la figura 42) aparecen los gráficos correspondientes al desbalance de la tensión del cuerpo.

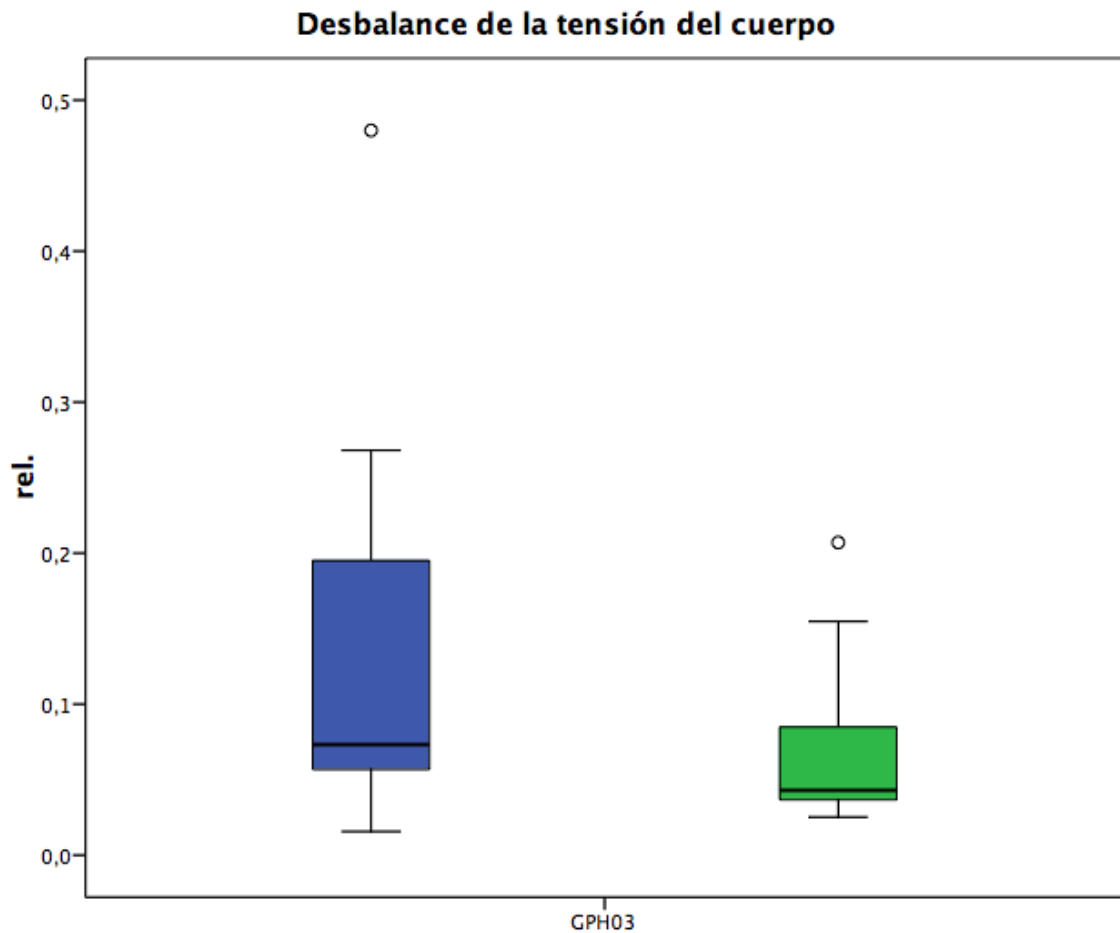


Figura 42. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo manifiestan una alta dispersión de datos con una considerable dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, el área que expresa un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. Asimismo presenta un dato atípico moderado por encima de dicho cuartil. En el gráfico correspondiente a las muestras posteriores a la intervención se advierte una acusada reducción del rango intercuartílico —el 66,6 %—. La dispersión constatada en las muestras anteriores en el tercer cuartil se reduce pronunciadamente y los datos se distribuyen de manera más asimétrica alrededor de la mediana en las muestras posteriores. Al aumentar la homogeneidad en los datos, la estabilidad fonatoria se incrementa en las muestras posteriores respecto a las previas.

Existe un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil también en estas muestras. Se advierte una marcada disminución de la mediana posterior a la intervención respecto a la previa —el 42,4 %— que denota un aumento en el comportamiento funcional fonatorio. No obstante, tanto la mediana de las muestras previas como la posterior sobrepasan el límite superior normativo.

Se puede destacar que en el desbalance de la tensión del cuerpo la mediana y el rango intercuartílico descienden en las muestras posteriores de forma manifiesta. Se puede interpretar, pues, que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 43 se expresan los resultados del desbalance de la masa de la cubierta en forma de diagrama de caja.

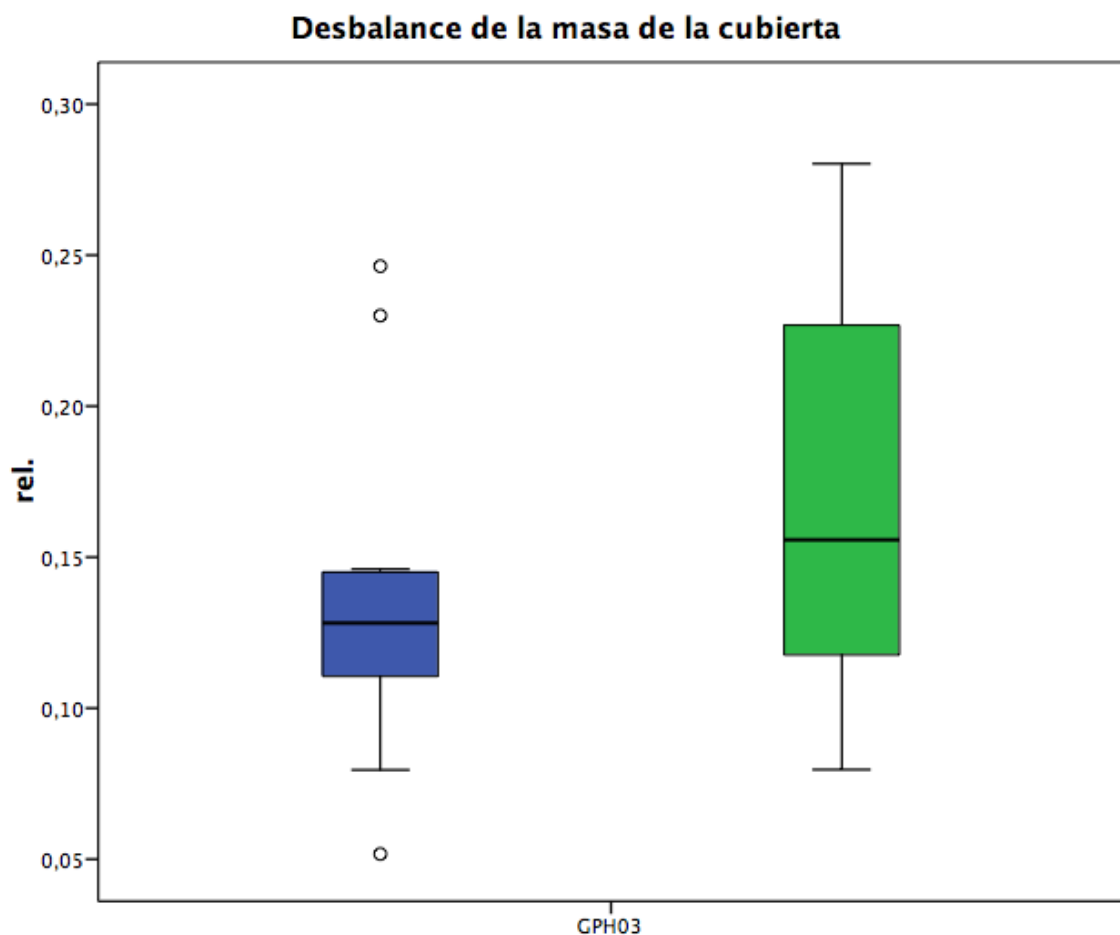


Figura 43. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el gráfico correspondiente al desbalance de la masa de la cubierta se puede observar que, en las muestras posteriores a la intervención, el rasgo del desbalance de la masa de la cubierta experimenta un acusado aumento de la mediana —el 21 %— que supone un incremento en el índice de disfunción fonatoria. Sin embargo, lo más destacado es el incremento extremo en la dispersión de datos de las muestras posteriores a la intervención —el 148,9 %— que indica una elevación considerable del índice de variabilidad de los datos respecto a las muestras previas aunque la distribución de las muestras posteriores resulta ser más simétrica que la de las muestras previas. Por otro lado, en las muestras previas se advierte la existencia de dos datos atípicos por encima del tercer cuartil y un dato atípico por debajo del primer cuartil, todos ellos moderados.

Tanto la mediana como el rango intercuartílico de las muestras posteriores a la intervención en el desbalance de la masa de la cubierta presentan un incremento porcentual en dichas muestras. Es decir, se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

A continuación, en la figura 44, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la tensión de la cubierta.

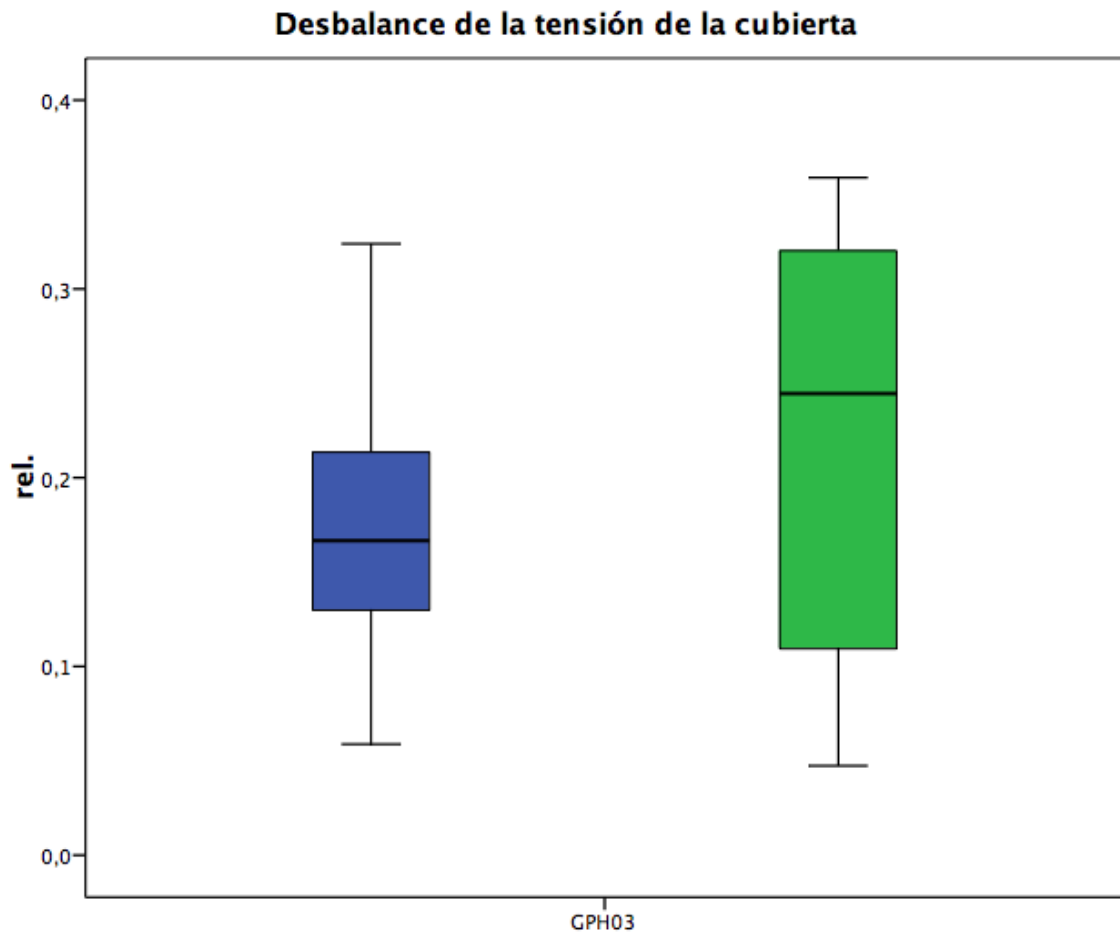


Figura 44. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el gráfico anterior correspondiente al rasgo del desbalance de la tensión de la cubierta se observa el elevado incremento de la mediana en las muestras posteriores a la intervención —el 46,9 %— lo que indica un aumento considerable en el comportamiento fonatorio disfuncional. No obstante, tanto las muestras previas como las posteriores sobrepasan el límite superior normativo.

Las muestras previas a la intervención revelan una distribución bastante simétrica de sus valores alrededor de la mediana con una leve dispersión hacia el tercer cuartil. Sin embargo, en las muestras posteriores a la intervención destaca el incremento que experimenta la dispersión de los datos —el 110,9 %— y la pérdida pronunciada de estabilidad en los datos que denota. Asimismo, las muestras

posteriores presentan una dispersión en la distribución hacia el primer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un menor comportamiento disfuncional.

La estimación que ofrece este rasgo sobre el gran aumento del comportamiento fonatorio disfuncional no es precisa. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

A continuación, en la figura 45, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor fisiológico.

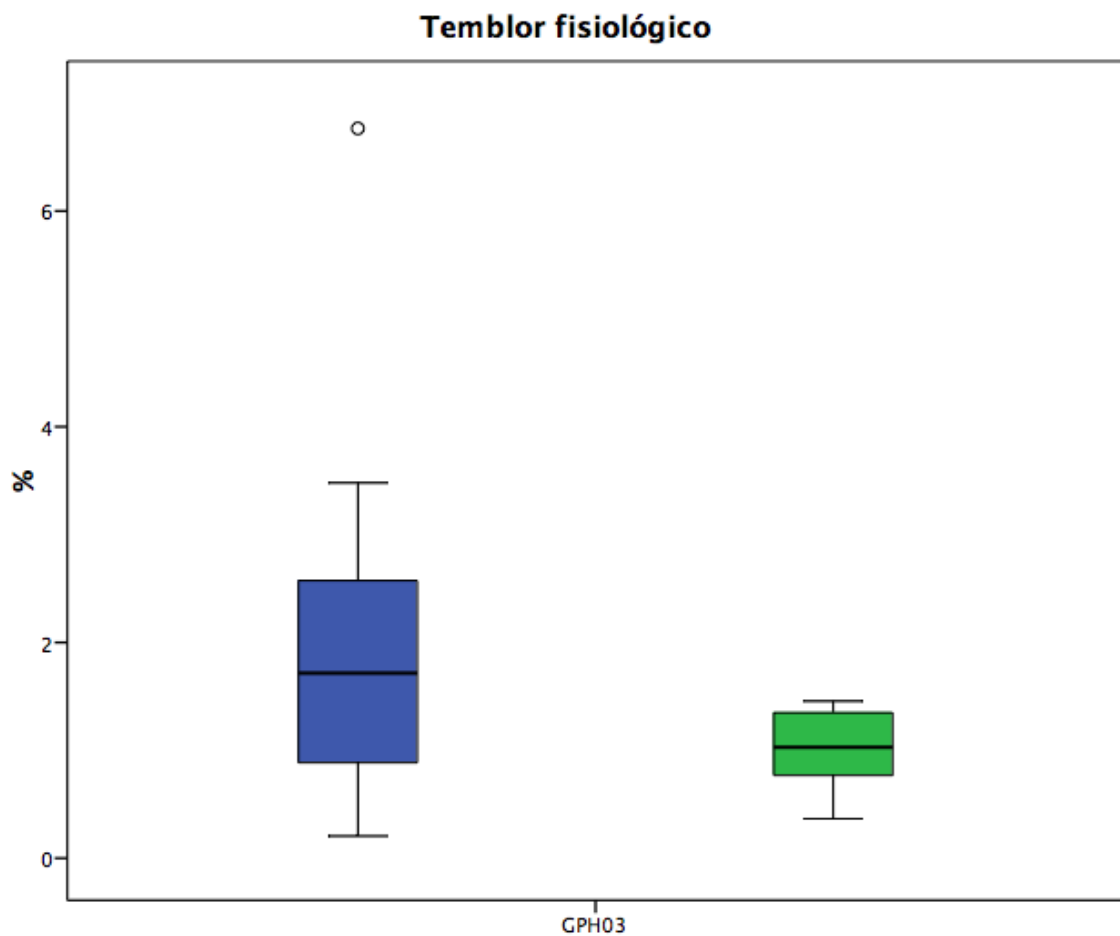


Figura 45. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención del temblor fisiológico presenta un gran descenso —el 40 %— que indica una disminución en el comportamiento fonatorio disfuncional, aunque las muestras previas y las posteriores se encuentran por encima del límite normativo superior. Tanto en la distribución de datos previa como en la posterior a la intervención se advierte una gran simetría de las muestras en torno a las medianas. Si bien aparece un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil en las muestras previas. Los datos expresan una reducción elevada en la dispersión para las muestras posteriores en relación con las previas —el 70,9 %—. La simetría y la disminución del rango intercuartílico indican un alto índice de homogeneidad en los datos.

En este rasgo, tanto la mediana como el rango intercuartílico descienden notablemente tras la intervención. Así pues, se deduce del análisis de este rasgo un gran aumento de la estabilidad neuromotora de la fonación, la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 46 que aparece a continuación, se observan los diagramas de caja relativos al temblor neurológico.

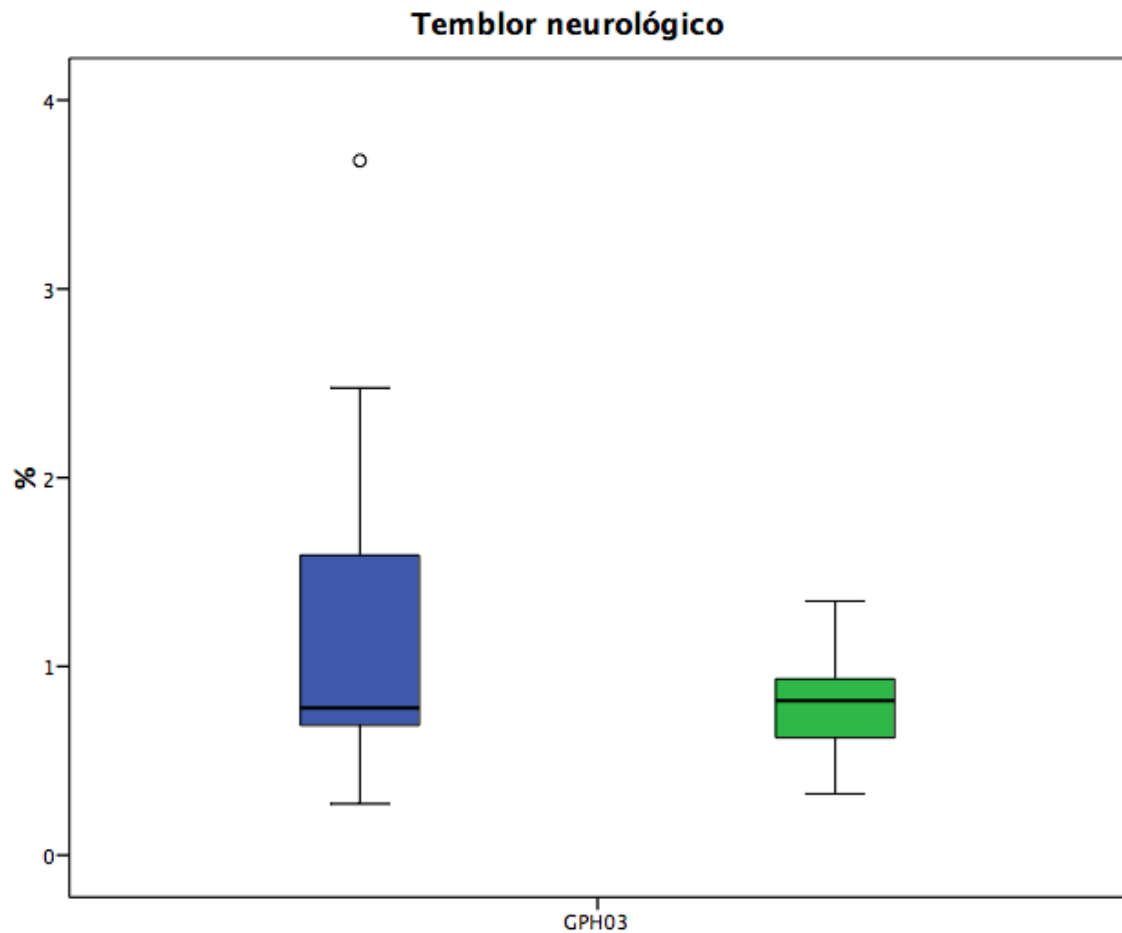


Figura 46. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El temblor neurológico constata en las muestras previas a la intervención una gran dispersión en la distribución de los datos hacia el tercer cuartil; es decir, el área que se encuentra por encima de la mediana y que expresa valores altos de disfuncionalidad para este rasgo. La dispersión produce una marcada asimetría en las muestras. Además, se observa un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. Tras la intervención, las muestras manifiestan una reducción acusada tanto de la dispersión de los datos —un 68,8 %— como de la dispersión que presenta en el tercer cuartil. La simetría aumenta, aunque se observa un leve desplazamiento de los datos hacia el primer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un menor comportamiento disfuncional. La homogeneidad en los datos aumenta así como

también lo hace la estabilidad fonatoria de las muestras posteriores respecto a las previas. Sin embargo, la mediana de las muestras posteriores aumenta ligeramente respecto a los valores de la previa —el 4,8 %—. Esto significa que el comportamiento fonatorio disfuncional se ha incrementado, aunque ambas medianas rebasan el límite superior normativo para este rasgo.

El leve aumento que presenta la mediana indica que la disfuncionalidad fonatoria repunta asumiendo una alta fiabilidad.

En la siguiente figura (véase la figura 47), aparecen los diagramas de caja relativos al *flutter*.

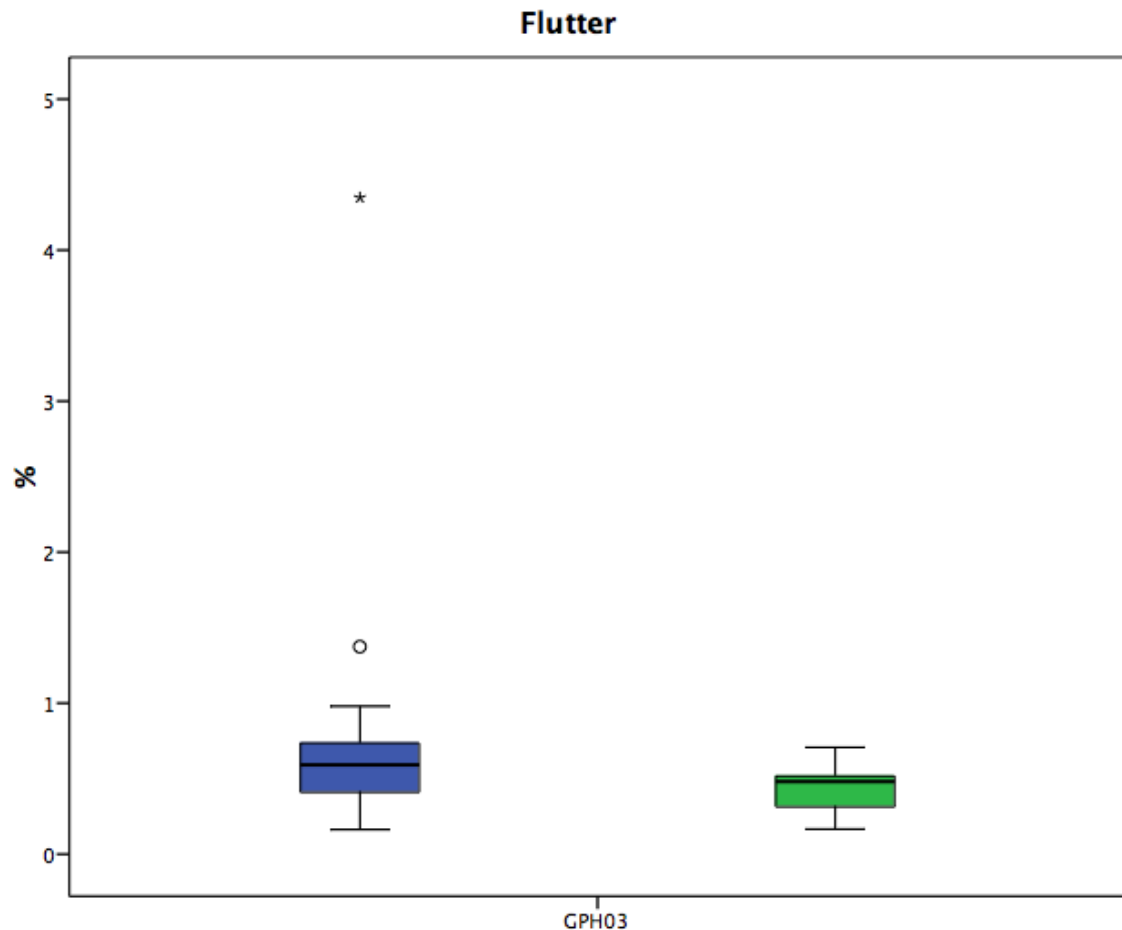


Figura 47. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.



Lo primero que destaca en el diagrama de caja de las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas en el *flutter* es la elevada reducción —el 47,5 %— en la dispersión de los datos. Esto indica una mayor homogeneidad en dichos datos. Asimismo, destaca la alta dispersión de datos en el primer cuartil, en la zona que expresa una menor disfuncionalidad fonatoria y la asimetría en la distribución que eso conlleva. Sin embargo, en las muestras previas a la intervención se advierte una gran simetría de la distribución y dos datos atípicos por encima del tercer cuartil —uno de ellos extremo—.

También se observa un descenso acusado en la mediana de las muestras posteriores a la intervención —el 18,6 %— que implica un aumento en la funcionalidad fonatoria aunque no logra situarse dentro de los límites normativos.

El *flutter* resulta ser un rasgo que expone un descenso tanto en el parámetro de la mediana como en el del rango intercuartílico. La reducción del comportamiento fonatorio disfuncional va acompañado de una asunción de alta fiabilidad.

La figura 48 que sigue a continuación muestra el resultado de los análisis realizados para el temblor global.

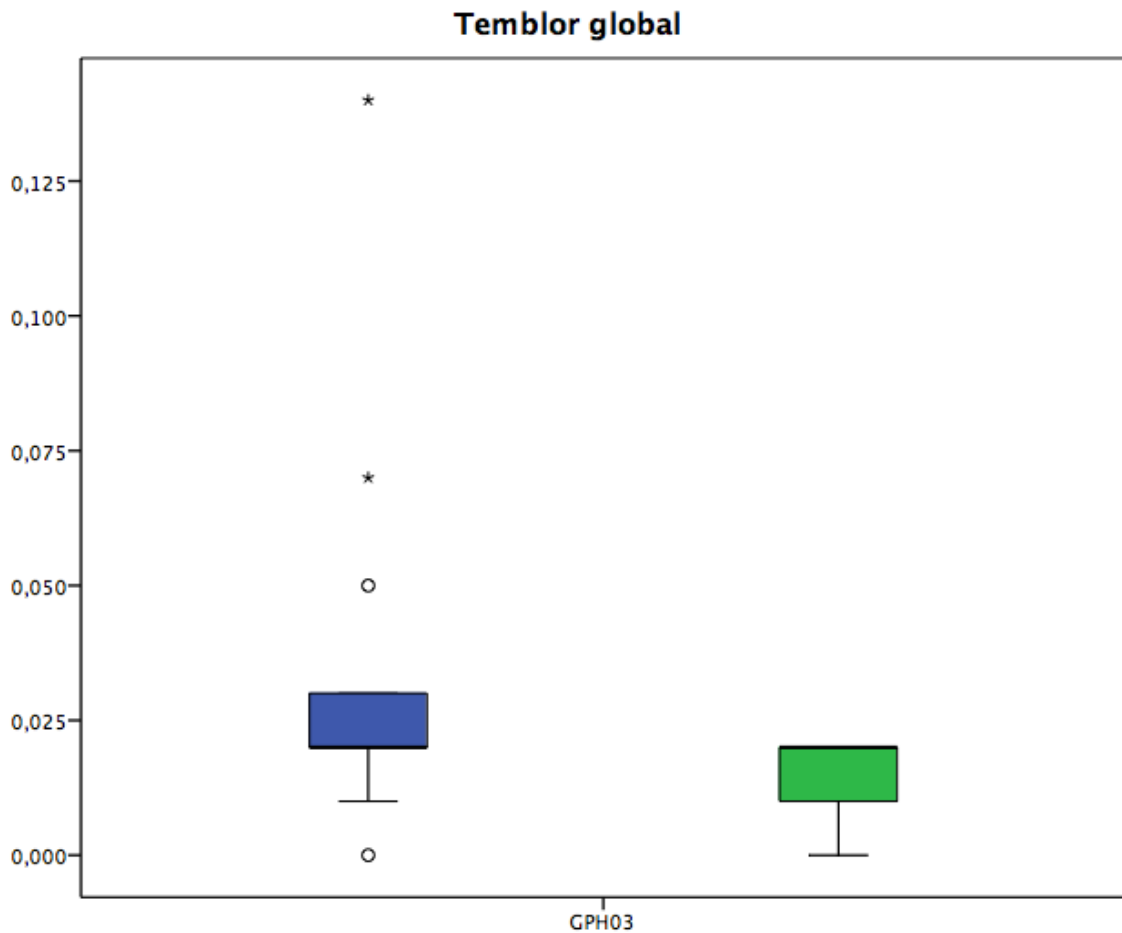


Figura 48. Caso GPH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El temblor global revela en las muestras previas a la intervención, una dispersión de datos hacia el tercer cuartil. Sin embargo, en las muestras posteriores, los datos se dispersan en el primer cuartil. El valor de la mediana posterior a la intervención es igual al valor de la mediana previa.

Además, el rango intercuartílico decrece de forma acusada en los datos posteriores a la intervención —un 59,2 %— lo que señala una mayor exactitud de la información presentada por la mediana. En el gráfico previo, se observan tres datos atípicos por encima del tercer cuartil —uno de ellos acusado— y uno moderado por debajo del primero. No existe, ni en las muestras previas ni en las posteriores, simetría de datos alrededor de la mediana.

Aunque la mediana posterior a la intervención no expone ningún tipo de variación con respecto a la previa, el rango intercuartílico sí revela una gran reducción. Es decir, que el comportamiento fonatorio ha ganado algo de funcionalidad tras la intervención.

Con el fin de averiguar el nivel de significación estadística de los rasgos entre las muestras anteriores y posteriores a la intervención, se efectúa el test de Wilcoxon cuyos resultados se pueden observar en la siguiente tabla (véase la tabla 23).

Tabla 23. Caso GPH03. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-1,084	0,278
<i>Jitter</i>	-1,572	0,116
<i>Shimmer</i>	-0,454	0,650
Desbalance de la masa del cuerpo	-1,992	0,046*
Desbalance de la tensión del cuerpo	-1,852	0,064
Desbalance de la masa de la cubierta	-1,572	0,116
Desbalance de la tensión de la cubierta	-1,503	0,133
Temblor fisiológico	-1,572	0,116
Temblor neurológico	-1,083	0,279
<i>Flutter</i>	-2,062	0,039*
Temblor global	-1,363	0,173

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

En este tercer participante se observa que el desbalance de la masa del cuerpo y el *flutter* presentan un descenso en los valores de las muestras posteriores a la intervención. El desbalance de la masa del cuerpo ofrece un descenso del 55,5 % y el *flutter* del 18,6 % (véase la tabla 22). Ambas variaciones resultan ser estadísticamente significativa —con un índice de  $p < 0,05$ — como se refleja en la tabla anterior.

La intervención no produce variaciones estadísticamente significativas en el resto de los rasgos analizados a pesar de que algunos de ellos experimentan ascensos elevados como el desbalance de la tensión de la cubierta —con un 46,9 % de incremento— mientras que en otros se advierten descensos también importantes como el *jitter* —con un descenso del 31,8 %—, el desbalance de la tensión del cuerpo —con un 42,4 % de descenso— o el temblor fisiológico —con el 40 % de descenso—.

En cuanto a la significación estadística global de todas las medianas de aquellos rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética —es decir, todos ellos a excepción de la frecuencia fundamental— el test de Wilcoxon con los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* ofrece como resultado que el valor  $z$  para los valores de los rasgos es  $-2,097$  y el valor  $p$  es de  $0,036$ . El ajuste de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) indica que los cambios tan heterogéneos producidos por la intervención no resultan estadísticamente significativos. Tres de los rasgos, pertenecientes a este grupo de análisis, exponen un incremento en los valores posteriores a la intervención y siete de ellos experimentan un descenso en dichos valores.

Respecto al grado de dispersión, test de Wilcoxon ofrece el resultado de un valor de  $z$  de  $-1,581$  y un valor de  $p$  de  $0,114$  ( $p > 0,05$ ). Así pues, los cambios registrados en la valoración global de las medidas de dispersión no resultan ser estadísticamente significativos para este tercer participante y ni siquiera es necesaria la corrección de Bonferroni. En este caso, el participante contabiliza siete rasgos que presentan descensos en las muestras posteriores a la intervención frente a solo dos de ellos —el desbalance de la masa de la cubierta y el desbalance de la tensión de la cubierta— que manifiestan un ascenso en dichas muestras que resulta ser extremadamente acusado —el  $155,6\%$  y el  $104,3\%$  respectivamente— y un solo rasgo —el *shimmer*— que no refleja variación alguna entre las muestras previas y posteriores a la intervención (véase la tabla 22).

Se puede decir entonces que no resultan tener significación estadística los cambios globales producidos por la intervención, en los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética del tercer participante.

**Participante 4 (GPH04)**

Participante con 61 años al inicio del experimento. Está diagnosticado de Parkinson desde 1994<sup>58</sup>. Tiene grado 3 de Hoehn y Yahr.

En el test de Shapiro-Wilk se observa que ciertos rasgos presentan distribuciones no normales ( $p < 0,05$ ) como la frecuencia fundamental tanto previa ( $p = 0,065$ ) como posterior a la intervención ( $p = 0,613$ ); el *jitter* posterior a la intervención ( $p = 0,668$ ); el *shimmer* previo a la intervención ( $p = 0,056$ ); el desbalance de la tensión del cuerpo posterior a la intervención ( $p = 0,253$ ); el desbalance de la masa de la cubierta previa a la intervención ( $p = 0,206$ ); el desbalance de la tensión de la cubierta tanto el valor previo a la intervención ( $p = 0,182$ ) como el posterior ( $p = 0,085$ ); el temblor fisiológico previo a la intervención ( $p = 0,064$ ); el temblor neurológico tanto previo ( $p = 0,159$ ) como posterior a la intervención ( $p = 0,172$ ); el *flutter* previo a la intervención ( $p = 0,584$ ) y el temblor global previo a la intervención ( $p = 0,345$ ). Así pues, se asume la no normalidad y se aplican pruebas no paramétricas para el análisis estadístico. En concreto, se aplica el test de Wilcoxon para determinar la significación estadística rasgo a rasgo y, para la valoración conjunta, se efectúa, además, la corrección de Bonferroni.

Se observa en la tabla 24 las medianas y los rangos intercuartílicos obtenidos sobre los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* para todas las grabaciones anteriores y posteriores a la intervención en todos los rasgos. Se proporcionan en la tabla, además, las medianas que se encuentran fuera de los límites normativos, según la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis.

---

<sup>58</sup> Hace 12 años se le implantó un neuroestimulador cerebral y lo mantiene encendido en todas las sesiones de lo contrario no podría moverse siquiera. Su postura es cada vez más contraída y ladeada hasta el punto de que llega a no conseguir mantener la verticalidad.

Tabla 24. Caso GPH04. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	121	129	38	19
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,011	0,009	0,017	0,007
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,010	0,009	0,010	0,012
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,008	0,002	0,022	0,008
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,032	0,022	0,056	0,022
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,109	0,029	0,094	0,071
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,156	0,042	0,046	0,070
Temblor fisiológico	%	0,357	0,347	0,591	0,583
Temblor neurológico	%	0,321	0,334	0,501	0,411
<i>Flutter</i>	%	0,189	0,133	0,096	0,120
Temblor global	(rel.)	0,011	0,007	0,011	0,009

La mayoría de los rasgos analizados, tanto las medianas de las muestras previas como las medianas de las posteriores a la intervención, se encuentran dentro de los rangos de los límites normativos que establece la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis. Como excepciones se hallan el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo, el desbalance de la masa de la cubierta y el desbalance de la tensión de la cubierta cuyas medianas previas a la intervención rebasan el límite normativo superior. Además, nueve rasgos presentan un descenso en las medianas de las muestras posteriores a la intervención mientras que dos de ellos revelan un ascenso en dichas muestras.

El *jitter*, el *shimmer*, el temblor fisiológico, el *flutter* y el temblor global son rasgos que exhiben una disminución en los valores posteriores a la intervención respecto a los valores previos, aunque tanto las medianas previas a la intervención como las posteriores se encuentran dentro de los límites normativos. El valor del descenso en el caso del *jitter* es de 2 milésimas entre la mediana de las muestras posteriores —0,009 (rel.)— respecto a la mediana de las muestras previas —0,011 (rel.)—. La mediana de las muestras posteriores, no obstante, se encuentra a 4 milésimas del límite normativo superior cuyo valor es de 0,013 (rel.). El *shimmer* presenta un descenso de una milésima entre el valor previo de la mediana —0,010 (rel.)— y el valor posterior —0,009 (rel.)—. El límite normativo superior está en 0,02 (rel.), así pues la mediana previa y posterior del *shimmer* se encuentra a 10 y 11 milésimas de dicho límite, respectivamente.

El temblor fisiológico presenta un valor de 0,357 % y un valor de 0,347 % en la

media previa y posterior a la intervención respectivamente. Esto significa un descenso de 10 milésimas en las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas. El *flutter* desciende algo más que los anteriores rasgos, 56 milésimas, y pasa de 0,189 % en las muestras previas a la intervención a 0,133 % en las muestras posteriores. El temblor global, a pesar de que desciende solo 4 milésimas y pasa de 0,011 (rel.) en las muestras previas a la intervención a 0,007 (rel.) en las posteriores, presenta un descenso de casi la mitad del valor posterior respecto al valor previo.

Los únicos rasgos cuyas medianas previas a la intervención se encuentran fuera del límite normativo superior y cuyos valores posteriores a la intervención se reducen hasta situarse por debajo del límite superior normativo son los desbalances. El desbalance de la masa del cuerpo constata un valor de 0,008 (rel.) para la mediana previa a la intervención. Este valor se encuentra a dos milésimas por encima del límite normativo superior que es de 0,006 (rel.). En cambio, la mediana de las muestras posteriores resulta ser de 0,002 (rel.), un descenso de seis milésimas que implica cuatro veces menos el valor de dicha mediana respecto a la previa. Con esta disminución la mediana posterior se sitúa a cuatro milésimas por debajo del límite normativo superior.

El desbalance de la tensión del cuerpo —cuya mediana previa a la intervención es de 0,032 (rel.) y la posterior es de 0,022 (rel.)—, exhibe un descenso de 10 milésimas en las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas. Es necesario destacar que la mediana de las muestras previas a la intervención rebasa en dos milésimas el límite normativo superior cuyo valor es de 0,03 (rel.) y la mediana posterior se sitúa a 8 milésimas por debajo de dicho límite.

El desbalance de la masa de la cubierta muestra un valor en la mediana previa a la intervención de 0,109 (rel.) que supone 40 milésimas por encima del límite normativo superior, que para este rasgo es de 0,069 (rel.). La mediana de las muestras posteriores a la intervención presenta un valor de 0,029 (rel.), lo que supone una diferencia de 80 milésimas, 3,7 veces menos, respecto de las previas, situándose a 40 milésimas por debajo del límite superior normativo.

En cuanto al desbalance de la tensión de la cubierta, la mediana de las muestras anteriores que presenta un valor de 0,156 (rel.) supone una diferencia de 45 milésimas por encima del límite normativo superior —0,111 (rel.)—. La mediana de las muestras posteriores a la intervención presenta un valor de 0,042 (rel.) que se encuentra dentro de los límites normativos y que implica un descenso de 114 milésimas, es decir, casi 4 veces, respecto a las muestras previas a la intervención.

Existen dos rasgos que experimentan un incremento de los valores posteriores a la intervención respecto de los anteriores, se trata de la frecuencia fundamental y el temblor neurológico. Sin embargo, tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención de ambos rasgos se encuentran dentro de los límites normativos. La diferencia existente entre los valores de las medianas de las muestras previas respecto a las posteriores a la intervención en el caso de la frecuencia fundamental supone un incremento de 8 Hz y el temblor neurológico un aumento de 13 milésimas.

En la tabla 25 se ofrecen los porcentajes de incremento o disminución en las medianas y en los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo analizado.

Tabla 25. Caso GPH04. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	6,6	-50
<i>Jitter</i>	-18,2	-58,8
<i>Shimmer</i>	-10	20
Desbalance de la masa del cuerpo	-75	-63,6
Desbalance de la tensión del cuerpo	-31,3	-60,7
Desbalance de la masa de la cubierta	-73,4	-24,5
Desbalance de la tensión de la cubierta	-73,1	52,2
Temblor fisiológico	-2,8	-1,4
Temblor neurológico	4	-18
<i>Flutter</i>	-29,6	25
Temblor global	-36,4	-18,2

Observando la tabla se puede advertir que en los resultados porcentuales de las medianas existe una gran cantidad de rasgos, cuyas medianas posteriores a la intervención experimentan un descenso. En solo dos rasgos las medianas posteriores ascienden. El desbalance de la masa del cuerpo es el rasgo que mayor porcentaje de disminución alcanza —el 75 %— en las muestras posteriores a la intervención. Los



rasgos relacionados con los desbalances de la cubierta, tanto la masa como la tensión, también obtienen un porcentaje de descenso muy pronunciado en sus medianas posteriores a la intervención —el 73,4 % para el desbalance de la masa de la cubierta y el 73,1 % para el desbalance de la tensión de la cubierta—. El desbalance de la tensión del cuerpo —con un 31,3 %— es el rasgo de todos los desbalances que manifiesta el descenso menos pronunciado. En los rasgos de desbalance las muestras previas a la intervención se encuentran por encima del límite superior normativo mientras que los descensos experimentados reducen la disfuncionalidad fonatoria y posibilitan que las muestras posteriores a la intervención se sitúen por debajo de dicho límite.

El temblor global —con un 36,4 % de descenso— y el *flutter* —con el 29,6 % de descenso— obtienen un descenso porcentual bastante acusado. Y los rasgos que presentan una reducción menos marcada en el valor posterior de su mediana son el *jitter* —con un 18,2 %—, el *shimmer* —con el 10 %— y el temblor fisiológico, que exhibe la disminución porcentual más baja de todos estos rasgos —el 2,8 %—.

Existen dos rasgos cuyas medianas posteriores a la intervención incrementan su valor respecto a las previas aunque el porcentaje de ascenso es muy bajo. Se trata del temblor neurológico y la frecuencia fundamental —con un 4 % y un 6,6 % respectivamente—.

Respecto al porcentaje de variación en la dispersión de datos también existe una gran mayoría de rasgos que exponen un descenso en las muestras posteriores a la intervención y solo tres que manifiestan un ascenso porcentual. El rasgo cuyo descenso resulta ser el más importante de todos es el desbalance de la masa del cuerpo —con un 63,6 %—. El desbalance de la tensión del cuerpo también presenta uno de los mayores porcentajes de disminución de los rangos intercuartílicos en las muestras posteriores a la intervención —un 60,7 %— seguido por el *jitter* y la frecuencia fundamental, que también experimentan una importante reducción en la dispersión de los datos —un 58,8 % y un 50 % respectivamente—. El desbalance de la masa de la cubierta —con un 24,5 %—, el temblor global —con el 18,2 %— y el temblor neurológico —con el 18 %— son tres rasgos que muestran un descenso marcado. Por último, el temblor fisiológico es el rasgo que menor porcentaje de reducción presenta —el 1,4 %—.

De los tres rasgos que manifiestan un ascenso de la dispersión de datos en las muestras posteriores a la intervención, el desbalance de la tensión de la cubierta exhibe un incremento del  $-52,2\%$ , el *flutter* —con un  $25\%$  de ascenso— y el *shimmer* —con un  $20\%$  de incremento—.

En este cuarto participante se observa que los rasgos del *jitter*, del desbalance de la masa del cuerpo, del desbalance de la tensión del cuerpo, del desbalance de la masa de la cubierta, del temblor fisiológico y del temblor global exhiben un descenso tanto en las medianas como en los rangos intercuartílicos tras la intervención, es decir, la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Hay ciertos rasgos como la frecuencia fundamental y el temblor neurológico que manifiestan un incremento en las medianas posteriores a la intervención y un descenso en los rangos intercuartílicos. Se puede interpretar en estos casos que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad. En cambio el *shimmer*, desbalance de la tensión de la cubierta y el *flutter* muestran un descenso en las medianas y un aumento en las medidas de dispersión, lo que implica que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

Todos estos cambios descritos en los anteriores análisis se pueden apreciar de forma gráfica mediante la elaboración de diagramas de caja en los que se comparan las muestras previas y posteriores a la intervención de cada uno de los rasgos analizados en el presente estudio. En la figura 49 aparecen los diagramas de caja concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental.

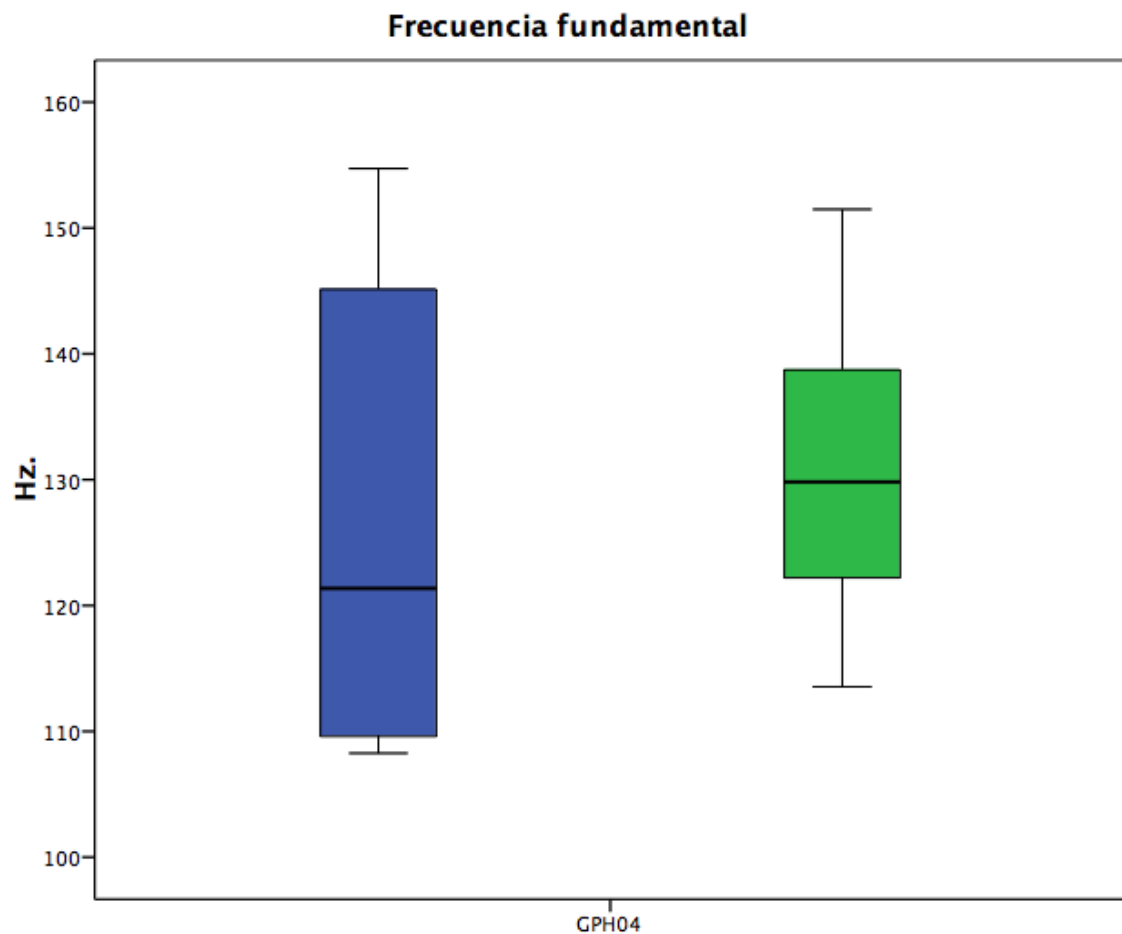


Figura 49. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El rasgo de la frecuencia fundamental manifiesta una notable dispersión de los datos y una dispersión muy acusada hacia el tercer cuartil en las muestras previas a la intervención. La mayoría de las muestras tienden a dispersarse hacia la zona por encima de la mediana, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional, reflejando una gran asimetría en la distribución. En las muestras posteriores a la intervención disminuye la dispersión de los datos —un 50 %—, se reduce la dispersión hacia el cuartil superior y, como consecuencia, la simetría es casi absoluta. La homogeneidad se incrementa notablemente en las muestras posteriores a la intervención.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención aumenta su valor respecto a la previa —un 6,6 %— lo que revela una disminución no muy acusada del comportamiento funcional fonatoria, aunque ni las muestras previas ni las posteriores a la intervención exceden los límites normativos.

Mientras la mediana posterior a la intervención aumenta, el rango intercuartílico desciende de manera muy acusada, es decir, que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al *jitter*, la figura 50 expresa los resultados descriptivos en diagramas de caja.

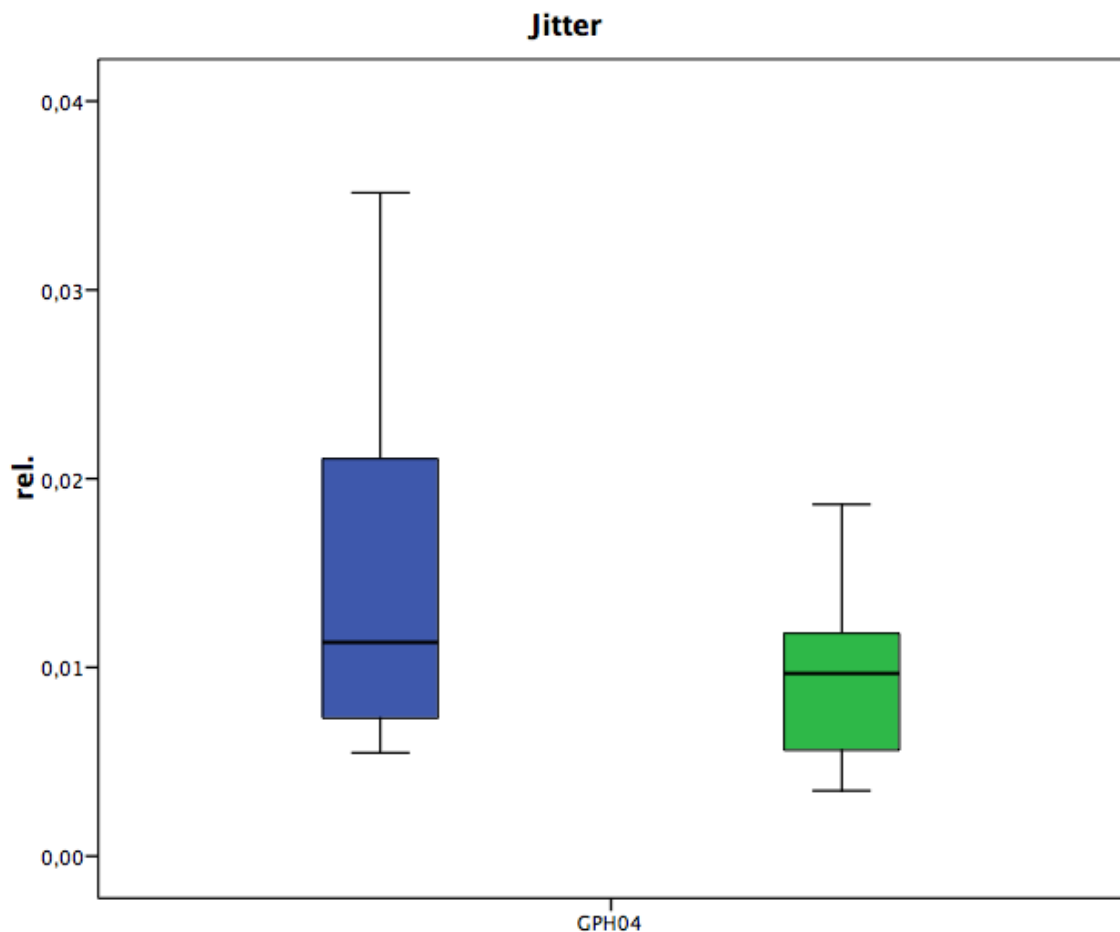


Figura 50. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Mediante los diagramas de caja, se observa en el *jitter* correspondiente a las muestras previas a la intervención una gran dispersión de datos con una importante dispersión hacia el tercer cuartil y una acusada asimetría. Es decir, que los valores tienden a dispersarse hacia la zona superior por encima de la mediana revelando un mayor comportamiento disfuncional fonatorio. En las muestras posteriores a la intervención se observa una pronunciada reducción en la dispersión de datos —un 58,8 %— y la disminución de la dispersión del tercer cuartil. Las muestras se siguen distribuyendo de manera asimétrica porque se incrementa la dispersión en el primer cuartil, es decir, la zona que se encuentra por debajo de la mediana y que expresa valores bajos de *jitter*.

La mediana también desciende en las muestras posteriores a la intervención —un 18,2 %— y eso refleja un ascenso en la funcionalidad fonatoria. Sin embargo, tanto las muestras previas como las posteriores se encuentran dentro de los límites normativos.

Este rasgo presenta alineamiento entre los parámetros examinados, la mediana y el rango intercuartílico posteriores a la intervención descienden. Así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En el siguiente grafico (véase la figura 51) aparecen los diagramas de caja relativos al *shimmer*.

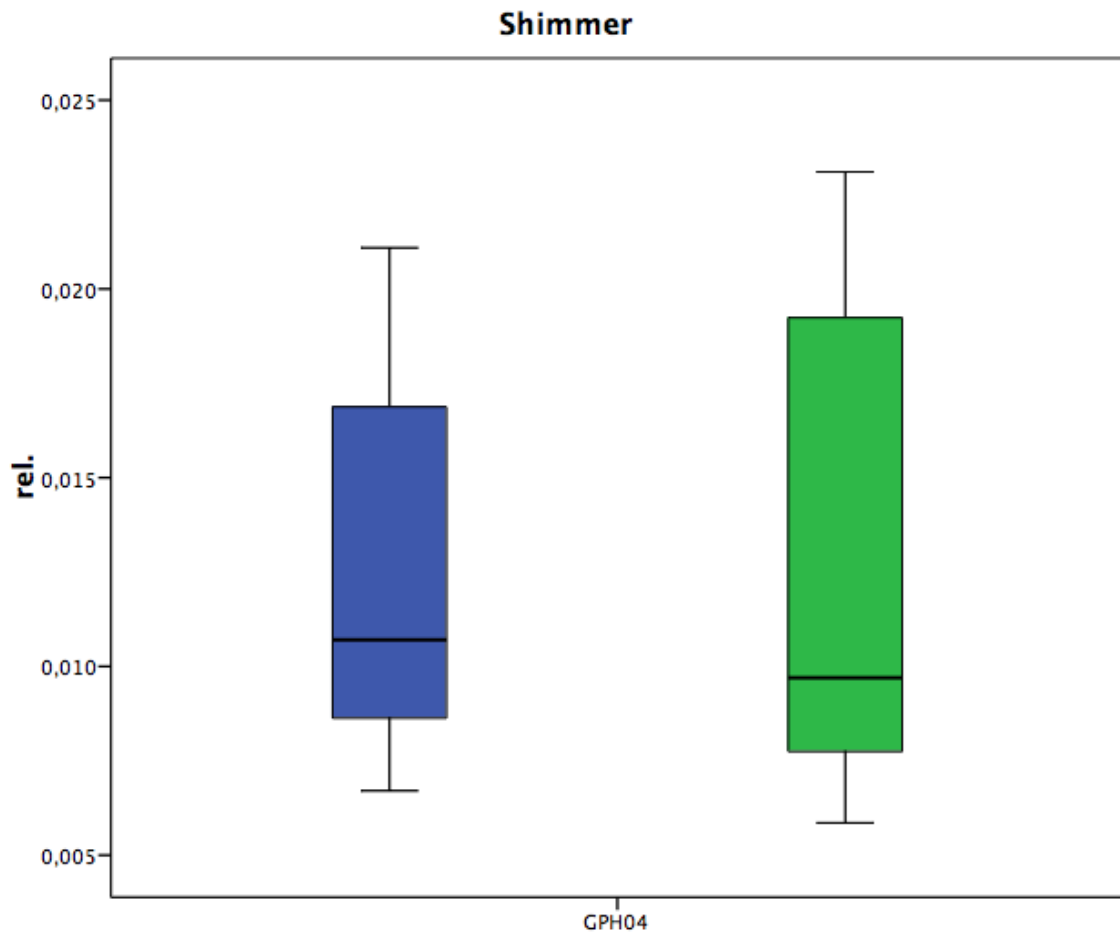


Figura 51. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del *shimmer*, el diagrama correspondiente a las muestras posteriores a la intervención presenta un aumento en la dispersión de datos —el 20 %— respecto a las muestras previas. Esto indica una alta heterogeneidad en los datos. Tanto en las muestras previas como en las posteriores se observa una pronunciada asimetría, más acusada en las muestras posteriores a la intervención, con un alto índice de dispersión situado en el tercer cuartil, en la zona donde los valores expresan un comportamiento disfuncional.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención experimenta un descenso —el 10 %— que implica un aumento en el comportamiento funcional fonatorio aunque las muestras previas y las posteriores a la intervención se hallan dentro de los límites normativos.

Se produce, pues, una reducción en el comportamiento fonatorio disfuncional aunque el aumento de la dispersión de los datos indica una falta de fiabilidad de la estimación del descenso en la mediana.

A continuación, en la figura 52, se ofrecen los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la masa del cuerpo.

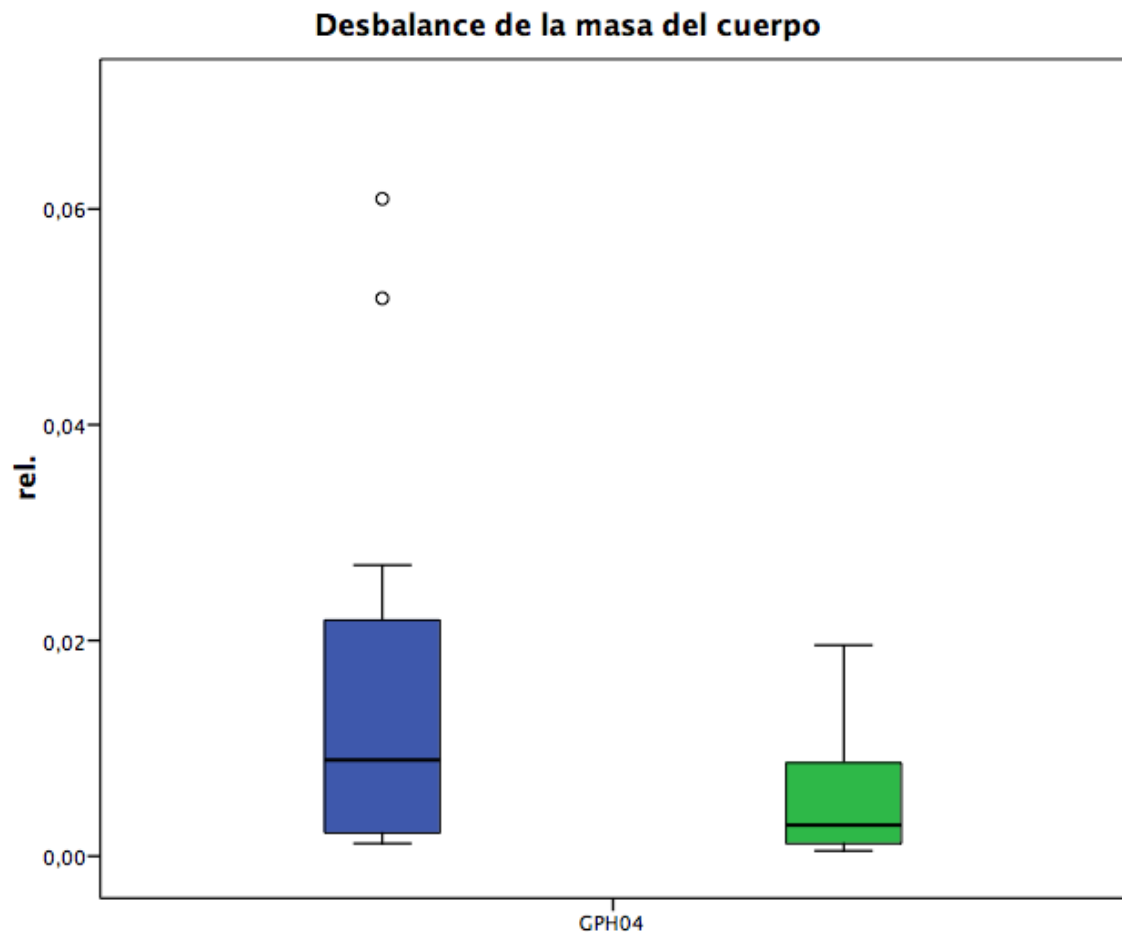


Figura 52. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El diagrama correspondiente a las muestras anteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo refleja una dispersión de datos muy elevada y revela dos datos atípicos moderados que superan el tercer cuartil. La gran dispersión es señal de la acusada heterogeneidad en los datos de las muestras previas. Además, presenta una dispersión acusada hacia el tercer cuartil que indica que los datos se dispersan más en el cuartil por encima de la mediana. En cambio, las muestras posteriores manifiestan un importante descenso en el rango intercuartílico —el 63,6 %— que implica un importante incremento en la homogeneidad de los datos. La dispersión hacia tercer cuartil también disminuye aunque sigue siendo acusada y, además, sigue existiendo una gran asimetría.

También se observa en los gráficos el importante descenso de la mediana posterior a la intervención —un 75 %— y eso significa que aumenta la funcionalidad fonatoria en las muestras posteriores. Se advierte en este rasgo que la mediana previa a la intervención rebasa el límite superior normativo, pero el descenso experimentado ocasiona que la mediana de las muestras posteriores se halle dentro de los límites normativos. Así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.



La figura 53 refleja los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la tensión del cuerpo.

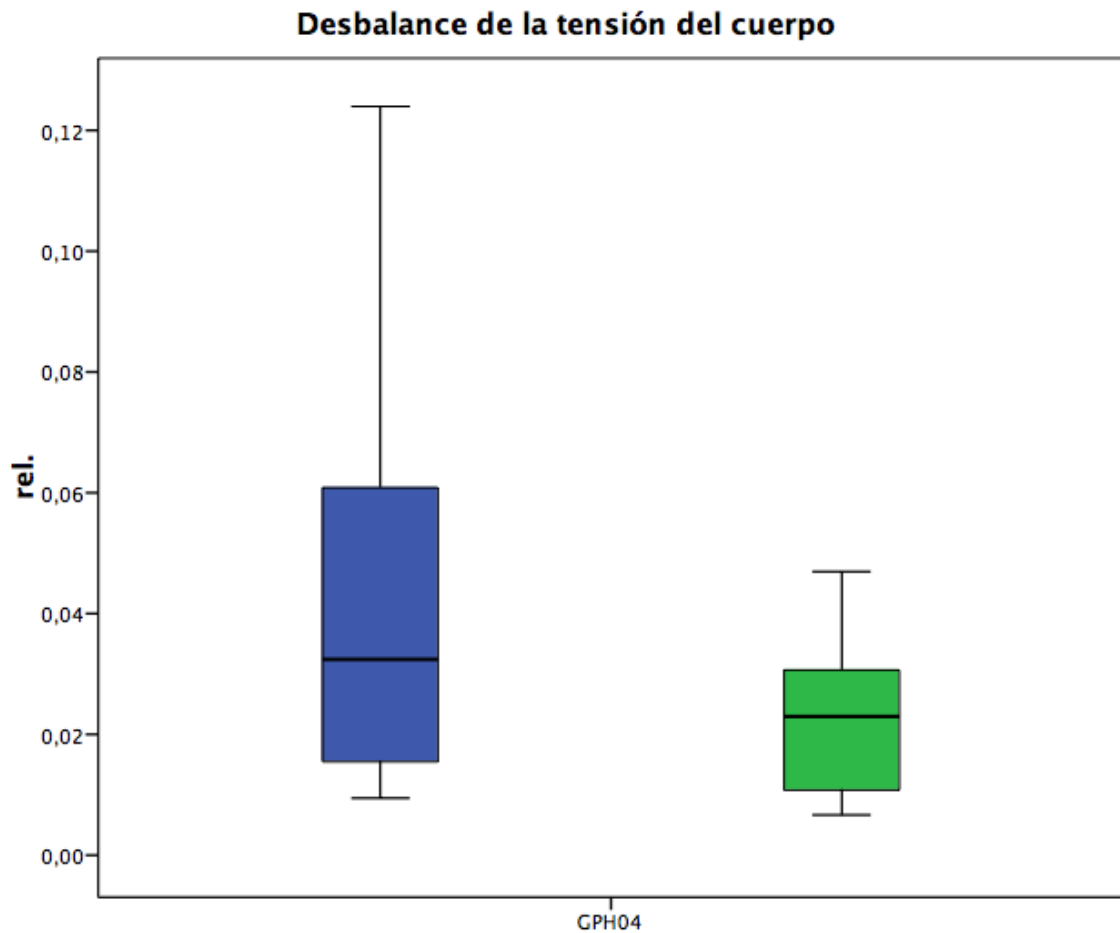


Figura 53. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del desbalance de la tensión del cuerpo las muestras previas a la intervención revelan una elevada dispersión de datos. Existe una dispersión pronunciada de datos hacia el tercer cuartil, es decir, que una gran parte de los datos se dispersan por encima de la mediana en la zona, lo que implica un comportamiento fonatorio disfuncional. El rango intercuartílico de las muestras posteriores se reduce notablemente —un 60,7 %— aunque la dispersión aumenta en el primer cuartil que es la zona que supone una mayor funcionalidad fonatoria. La simetría en torno a la mediana mejora en relación con las muestras previas al igual que lo hace la homogeneidad en la distribución.

La mediana posterior a la intervención presenta una disminución porcentual acusada —el 31,3 %—. El comportamiento disfuncional se reduce tanto que las muestras posteriores se sitúan dentro de los límites normativos mientras que las previas rebasan el límite superior normativo. Este comportamiento se alinea con una mayor precisión en la estimación debido al descenso en la dispersión de los datos.

En la figura 54 se contemplan los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la masa de la cubierta.

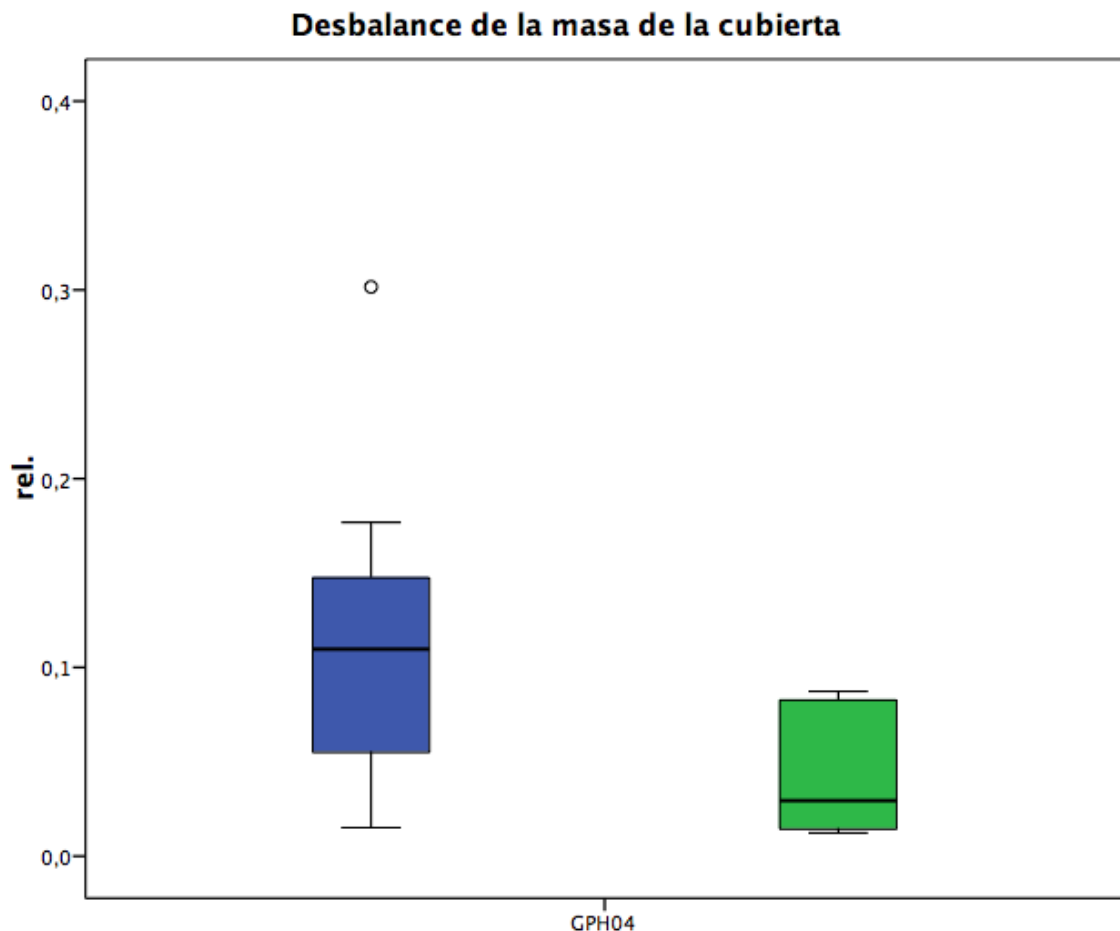


Figura 54. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el diagrama correspondiente a las muestras anteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta se observa una cierta asimetría; los datos se dispersan principalmente en el primer cuartil, en la zona que supone un menor comportamiento fonatorio disfuncional y por encima de la mediana aparece un dato atípico moderado. En las muestras posteriores a la intervención se observa un acusado

descenso —el 24,5 %— de la dispersión de los datos. La reducción de la dispersión es indicio de que aumenta la homogeneidad. Sin embargo, las muestras se reparten de manera más asimétrica respecto a las muestras previas; las muestras se dispersan en el tercer cuartil, en la zona que indica un mayor comportamiento fonatorio disfuncional.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención disminuye su valor respecto a la previa —un 73,4 %—. Las muestras previas exceden el límite normativo superior pero la reducción que experimenta el índice del comportamiento fonatorio disfuncional tras la intervención origina que las muestras posteriores se hallen dentro de los límites normativos.

Se puede concluir que este rasgo presenta disminución en la mediana posterior a la intervención y en el descenso en el rango intercuartílico lo que indica una mayor precisión en la estimación del descenso en la disfuncionalidad fonatoria.

La figura 55 expone los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la tensión de la cubierta.

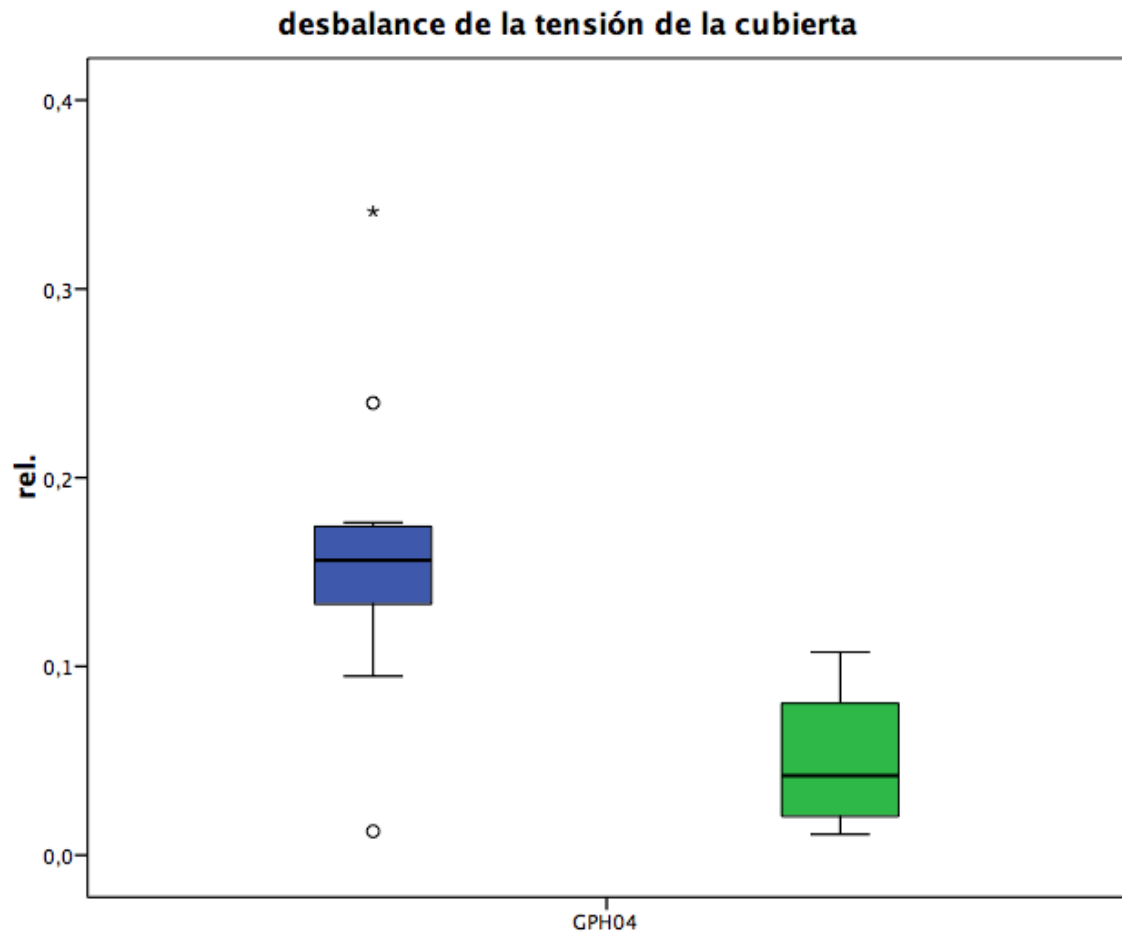


Figura 55. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el gráfico anterior, correspondiente al rasgo del desbalance de la tensión de la cubierta, se observa un descenso pronunciado de la mediana posterior a la intervención —el 73,1 %— y un gran incremento en la dispersión de los datos posteriores a la intervención —el 52,2 %—. El descenso en la mediana indica una reducción muy fuerte del comportamiento fonatorio disfuncional que logra que las muestras previas a la intervención, que se encuentran por encima del límite superior normativo, se sitúen tras la intervención por debajo de dicho límite y se conviertan con ello en normativas.

El gran incremento de la dispersión de los datos en las muestras posteriores implica una disminución en la homogeneidad de dichos datos. Las muestras previas a la intervención revelan, además, una leve dispersión de datos hacia el primer cuartil, la zona donde la fonación es más funcional. Constatan dos datos atípico por encima del tercer cuartil —uno de ellos acusado— y otro dato atípico moderado por debajo del primer cuartil. Sin embargo, en las muestras posteriores se observa que la dispersión se dirige hacia el tercer cuartil, hacia la zona menos funcional.

En este caso, el rasgo analizado manifiesta un descenso en la mediana posterior a la intervención pero, con el aumento en la dispersión de los datos, se puede interpretar que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

A continuación, en la figura 56, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor fisiológico.

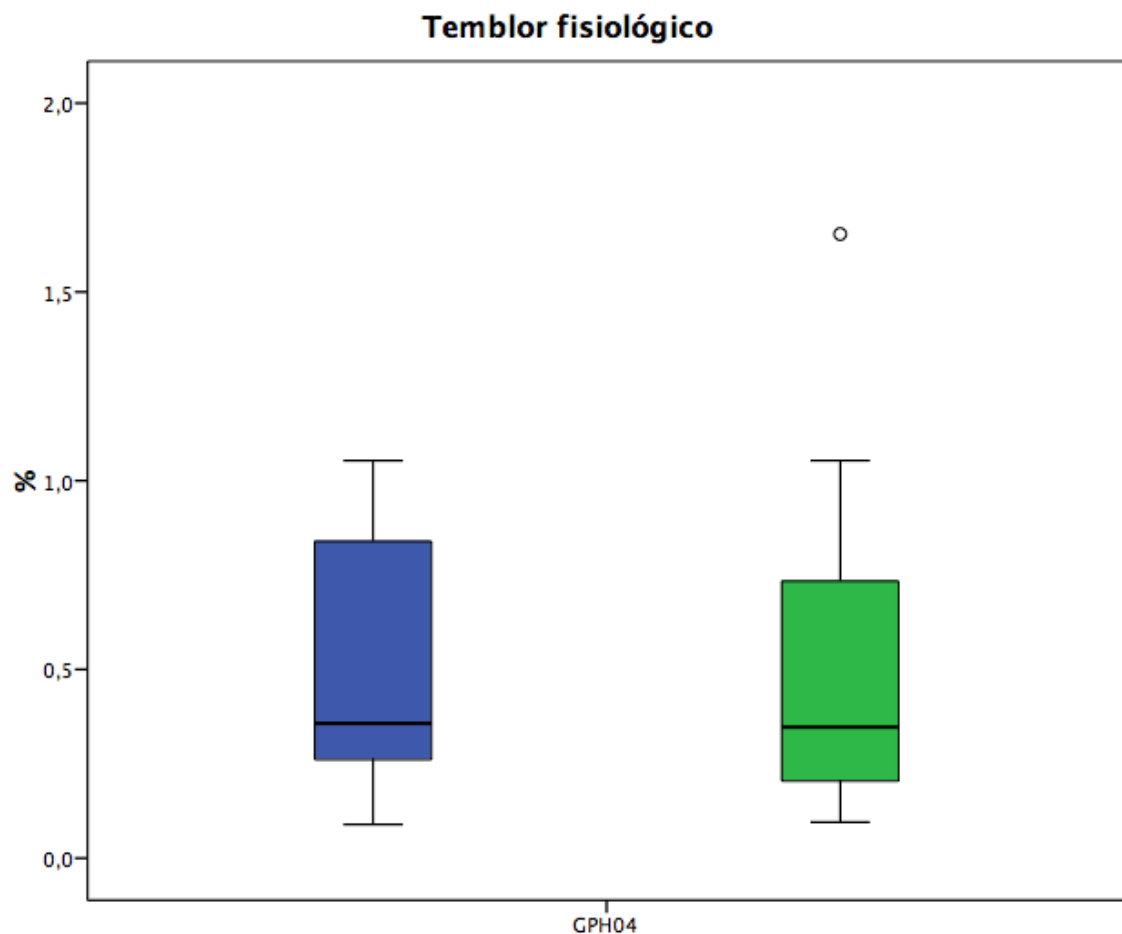


Figura 56. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se puede observar que el diagrama correspondiente a las muestras previas a la intervención del temblor fisiológico presenta una dispersión y dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, algo superior a las muestras posteriores. El descenso del rango intercuartílico de las muestras posteriores es muy leve —el 1,4 %— así como es leve también el descenso observado en la mediana posterior —el 2,8 %—. En ambos casos se advierte una gran dispersión hacia el tercer cuartil que es la zona de mayor disfuncionalidad. Pero en las muestras posteriores a la intervención la dispersión superior se reduce y los datos se distribuyen de forma algo más simétrica que los datos de las muestras previas. Las muestras posteriores constatan un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. La mediana posterior a la intervención corrige ligeramente el comportamiento fonatorio disfuncional. Tanto las muestras previas como las posteriores se encuentran dentro de los límites normativos.

El temblor fisiológico expone un descenso leve tanto en la mediana como en el rango intercuartílico posteriores a la intervención. Así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 57 revela los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del temblor neurológico.

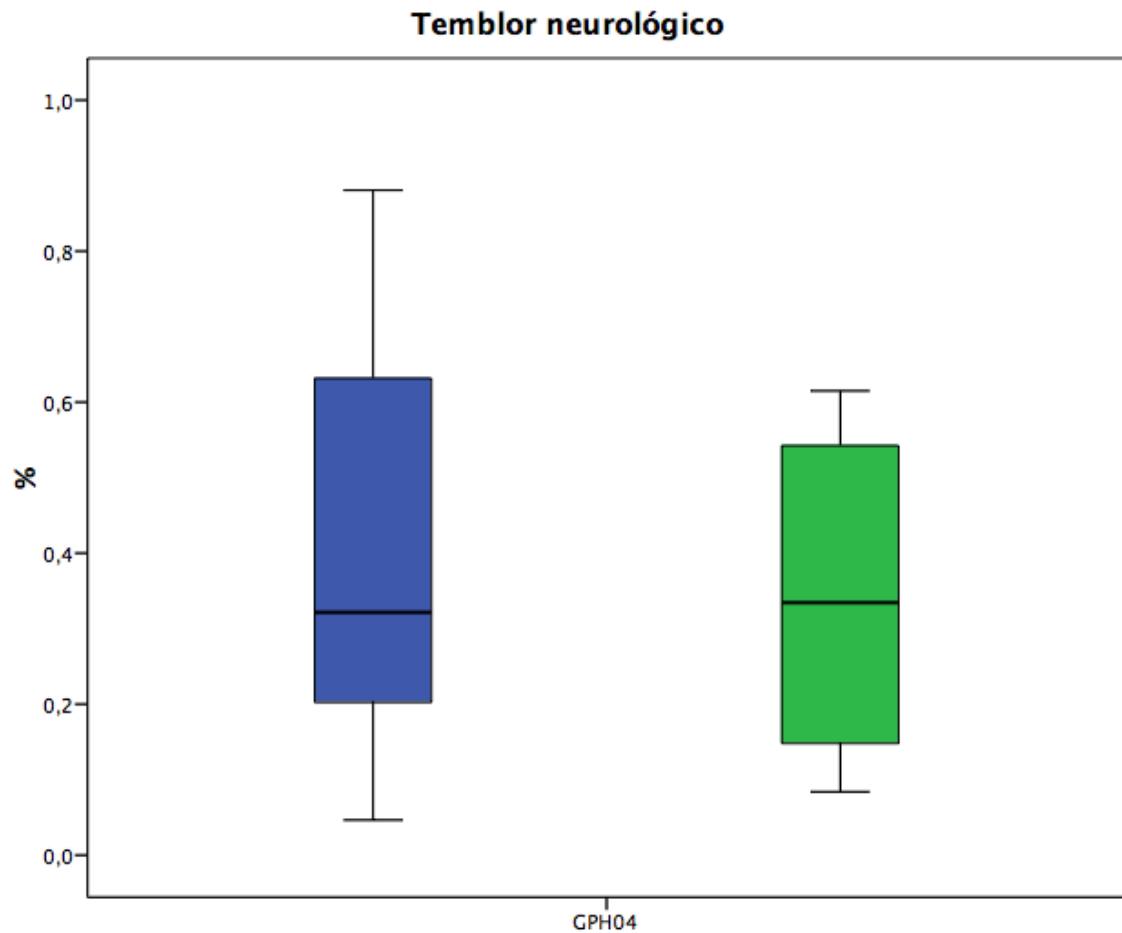


Figura 57. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El temblor neurológico revela una mayor dispersión de datos en las muestras previas respecto a las posteriores. Las posteriores presentan un descenso porcentual —el 18 %— que es signo del aumento de la homogeneidad en la distribución. Asimismo, las muestras previas manifiestan una gran asimetría debido a la dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Sin embargo, en las muestras posteriores los datos se concentran de manera mucho más simétrica alrededor de la mediana.

En cuanto a la mediana posterior a la intervención experimental un leve incremento porcentual —el 4 %—. Es decir, que la fonación pierde algo de funcionalidad en su comportamiento. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad

En cuanto al *flutter*, la figura 58 que aparece a continuación muestra los diagramas obtenidos.

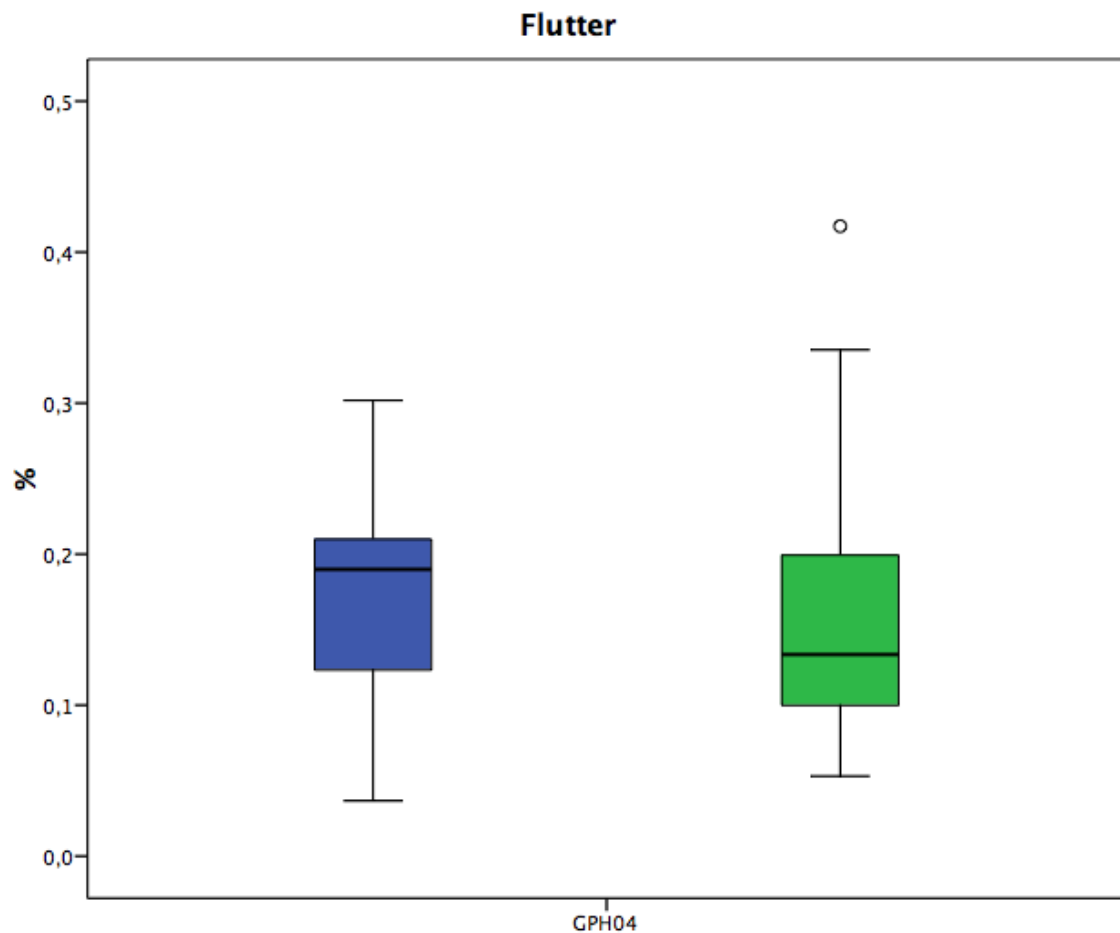


Figura 58. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el gráfico anterior correspondiente al *flutter* se observa el descenso de la mediana en las muestras posteriores a la intervención —el 29,6 %—. Tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos. En cambio, la dispersión de los datos aumenta un 25 % tras la intervención, lo que indica una reducción en la homogeneidad de dichos datos. En las muestras previas se constata que la mayoría de dichas muestras se dispersan en el



área del primer cuartil, donde la fonación presenta un comportamiento más funcional. Las muestras posteriores exhiben una mayor simetría en torno a la mediana aunque existe una gran dispersión hacia el tercer cuartil. Asimismo, las muestras posteriores revelan un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

El comportamiento fonatorio disfuncional disminuye tras la intervención en este rasgo pero se asume una baja fiabilidad.

A continuación, en la figura 59 se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor global.

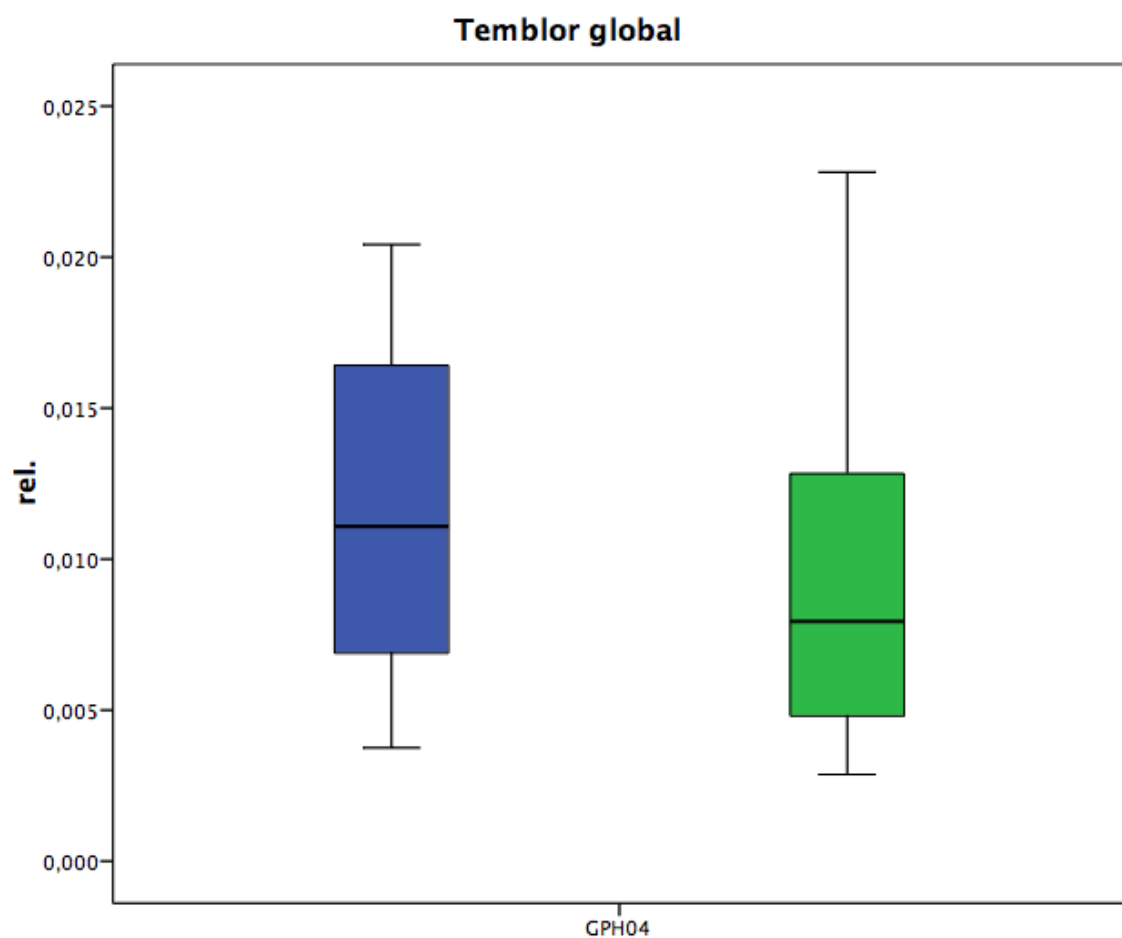


Figura 59. Caso GPH04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El temblor global constata una reducción en la dispersión de los datos de las muestras posteriores a la intervención —el 18,2 %—. Dicha disminución aumenta la homogeneidad de los datos. Además, en ambos gráficos se observa una gran simetría en torno a la mediana, con una dispersión muy leve de los datos hacia el tercer cuartil, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional.

La mediana posterior a la intervención revela un pronunciado descenso —el 36,4 %—, es decir, que la funcionalidad de la fonación aumenta, aunque tanto la mediana previa como la posterior se encuentran dentro de los límites normativos.

Tanto la mediana como el rango intercuartílico posteriores a la intervención disminuyen en este rasgo. Eso quiere decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Una vez analizada la significación estadística mediante el test de Wilcoxon, se observan los resultados que aparecen en la siguiente tabla (véase la tabla 26).

Tabla 26. Caso GPH04. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-0,784	0,433
<i>Jitter</i>	-1,412	0,158
<i>Shimmer</i>	-0,628	0,530
Desbalance de la masa del cuerpo	-1,726	0,084
Desbalance de la tensión del cuerpo	-1,569	0,117
Desbalance de la masa de la cubierta	-2,667	0,008**
Desbalance de la tensión de la cubierta	-2,981	0,003**
Temblor fisiológico	-0,392	0,695
Temblor neurológico	-0,549	0,583
<i>Flutter</i>	-0,549	0,583
Temblor global	-0,784	0,433

\**p* < 0,05; \*\**p* < 0,01; \*\*\**p* < 0,001

Se puede contemplar en la tabla que los cambios producidos en el desbalance de la masa de la cubierta y en el desbalance de la tensión de la cubierta de este cuarto participante son los únicos que obtienen diferencias estadísticamente significativas entre los valores previos y posteriores a la intervención —con una significación inferior a 0,01—. Estos dos rasgos son los únicos cuyas medianas posteriores experimentan el suficiente porcentaje de descenso como para que se sitúen por debajo del límite superior normativo (véase las tablas 24 y 25).

El resto de rasgos, es decir el *jitter*, el desbalance de la tensión del cuerpo, el temblor fisiológico, el *flutter* y el temblor global, muestran un descenso en los valores posteriores a la intervención respecto a los valores previos sin ser estadísticamente significativo.

Respecto a los rasgos que muestran un ascenso en las muestras posteriores tampoco revelan significación estadística. Tal es el caso de la frecuencia fundamental, el desbalance de la masa del cuerpo —a pesar de que este rasgo muestra un 75 % de incremento— y el temblor neurológico.

A continuación se aplica un análisis de significación estadística sobre la globalidad de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética utilizando los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* y se advierte que el valor  $z$  para los valores de los rasgos es de  $-4,101$  y el valor  $p$  es  $< 0,001$ . Aplicando la corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se puede concluir que los cambios producidos por la intervención resultan ser estadísticamente significativos en este grupo de rasgos para este participante. Siete rasgos de los que conforman este grupo constatan un descenso en las muestras posteriores a la intervención; solo dos rasgos experimentan un ascenso y uno de ellos no presenta variación.

El test de Wilcoxon realizado sobre los rangos intercuartílicos ofrece el resultado de un valor de  $z$  igual a  $-1,123$  y un valor de  $p$  de  $0,262$  ( $p > 0,05$ ). En este caso, los cambios que se producen en la valoración global de las medidas de dispersión no resultan ser estadísticamente significativos.

Se puede concluir por todo ello que el cuarto participante muestra unos cambios estadísticamente significativos en los valores globales que reflejan el índice de disfunción fonatoria. Sin embargo, las variaciones conjuntas producidas en los rangos intercuartílicos no presentan significación estadística.

#### 4.1.2. Participantes femeninos

A continuación se ofrecen los resultados del grupo de participantes femeninos con Parkinson.

##### Participante 5 (GPM01)

Participante con 60 años en la fecha de inicio del experimento. Le diagnosticaron la enfermedad de Parkinson dos años antes aunque hacía tiempo que notaba problemas motores. Tiene un grado 1 de Hoehn y Yahr. Carece de pluripatología.

El test de normalidad Shapiro-Wilk no muestra normalidad en ninguna de las variables ( $p < 0,05$ ) a excepción de la frecuencia fundamental tanto previa ( $p = 0,447$ ) como posterior a la intervención ( $p = 0,376$ ). Se asume entonces la no normalidad de los datos y se procede a analizar las muestras con pruebas no paramétricas. Se aplica el el test de Wilcoxon para determinar la significación estadística rasgo a rasgo y, para la valoración conjunta, se efectúa, además, la corrección de Bonferroni.

Se puede observar en la tabla 27 los resultados para las medianas y los rangos intercuartílicos obtenidos de las grabaciones anteriores y posteriores a la intervención y si existen valores de medianas que se encuentren fuera de los límites normativos estipulados por la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis.

Tabla 27. Caso GPM01. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	186	210	17	22
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,006	0,006	0,004	0,003
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,018	0,018	0,009	0,009
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,002	0,002	0,004	0,002
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,014	0,014	0,012	0,009
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,043	0,035	0,029	0,016
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,038	0,035	0,050	0,014
Temblor fisiológico	%	0,790	0,682	0,683	0,614
Temblor neurológico	%	0,467	0,514	0,430	0,507
<i>Flutter</i>	%	0,309	0,358	0,299	0,391
Temblor global	(rel.)	0,010	0,010	0,011	0,008

Todos los valores de las medianas de las muestras de esta participante, tanto las previas como las posteriores a la intervención, se encuentran dentro de los límites normativos. En cuanto al valor de las medianas previas y posteriores a la intervención se puede observar una gran heterogeneidad en sus resultados. Algunos rasgos exponen un descenso en las muestras posteriores y otros revelan un ascenso en dichas muestras. Aproximadamente la mitad de los rasgos no manifiesta diferencia entre las medianas previas y posteriores.

Respecto a los rasgos que manifiestan un descenso en sus muestras posteriores a la intervención, el desbalance de la masa de la cubierta cuyo valor de la mediana previa a la intervención es de 0,043 (rel.) y su valor posterior es de 0,035 (rel.), desciende 8 milésimas en las muestras posteriores a la intervención. El desbalance de la tensión de la cubierta presenta un valor previo para la mediana de 0,038 (rel.) y un valor posterior de 0,035, así pues, desciende 3 milésimas. Y el temblor fisiológico que muestra un valor previo a la intervención para la mediana de 0,790 % y un valor posterior de 0,683 %, desciende 108 milésimas.

Los rasgos en los que se observa un incremento en el valor de las medianas posteriores a la intervención son varios. La frecuencia fundamental revela que, entre la mediana de las muestras posteriores a la intervención —cuyo valor es de 210 Hz— y las muestras previas —con un valor de 186 Hz—, existe un fuerte incremento de 24 Hz de las muestras posteriores respecto de las previas. El temblor neurológico, cuyos valores de la mediana son de 0,467 y de 0,514 % previa y posteriormente a la intervención respectivamente, muestra un ascenso de 47 milésimas en las muestras posteriores a la intervención. El *flutter* con un valor de la mediana previa a la intervención de 0,309 % y un valor posterior de 0,358 % incrementa su mediana posterior a la intervención en 49 milésimas respecto a la previa.

Por último, casi la mitad de los rasgos mantienen los valores de sus medianas previas y posteriores a la intervención. Se trata del *jitter*, el *shimmer*, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo y el temblor global. Los valores previos y posteriores de todos estos rasgos se encuentran dentro de los límites normativos. Sin embargo, en el caso del desbalance de la masa del cuerpo, la mediana previa y la posterior a la intervención muestran un valor de 0,002 (rel.) y se quedan a

una milésima por encima del límite inferior normativo que, para este rasgo, es de 0,001 (rel.).

En la tabla 28 se hallan los porcentajes de incremento o disminución en las medianas y los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo respecto a las previas.

Tabla 28. Caso GPM01. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	12,9	29,4
<i>Jitter</i>	0	-25
<i>Shimmer</i>	0	0
Desbalance de la masa del cuerpo	0	-50
Desbalance de la tensión del cuerpo	0	-25
Desbalance de la masa de la cubierta	-18,6	-44,8
Desbalance de la tensión de la cubierta	-7,9	-72
Temblor fisiológico	-13,7	-10,1
Temblor neurológico	10,1	17,9
<i>Flutter</i>	15,9	30,8
Temblor global	0	-27,3

Observando la tabla 28 y la gran heterogeneidad que presentan los datos reflejados en ella, es necesario recordar que esta voluntaria no presenta ningún parámetro —ni medianas ni rangos intercuartílicos— de ninguno de los rasgos analizados que rebasen los límites superior o inferior de normatividad (véase la tabla 27).

Respecto a lo que se puede extraer de la información presentada por las medianas previas y posteriores a la intervención, tres rasgos de los analizados presentan un descenso en las muestras posteriores a la intervención. El desbalance de la masa de la cubierta es el rango que obtiene un mayor porcentaje de descenso —el 18,6 %—; el temblor fisiológico le sigue por orden de disminución —con el 13,7 %— y el desbalance de la tensión de la cubierta es el rasgo que muestra el menor descenso de todos ellos —el 7,9 %—. Cinco rasgos no manifiestan cambios entre las muestras previas y las posteriores. Se trata del *jitter*, el *shimmer*, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo y el temblor global. Y, por último, tres rasgos constatan un incremento en las muestras posteriores a la intervención. Por orden de porcentaje, el *flutter* es el rasgo que presenta un mayor descenso —el 15,9

%—, el porcentaje de descenso de la frecuencia fundamental es algo menor —el 12,9 %— y el temblor neurológico que es el rasgo que expone el menor porcentaje de disminución —el 10,1 %—.

En cuanto a lo que sucede con el porcentaje de variación en la dispersión de datos, la mayoría de los rasgos analizados revela la disminución de los rangos intercuartílicos posteriores a la intervención. El mayor descenso de todos lo expone el desbalance de la tensión de la cubierta —con un 72 % de reducción—. El desbalance de la masa del cuerpo y el desbalance de la masa de la cubierta también presentan un porcentaje alto de disminución —el 50 % y el 44,8 % respectivamente—. El temblor global —con un 27,3%—, el *jitter* —con el 25 %— y el desbalance de la tensión del cuerpo —con un 25 %— son rasgos que manifiestan un incremento no tan acusado y, por último, el temblor fisiológico —con un 10,1 %— es el rasgo que asciende en un menor porcentaje de todos los analizados.

Existe solo un rasgo que no ofrece ninguna variación entre las muestras previas y las posteriores a la intervención. Se trata del *shimmer*. Los últimos tres rasgos objeto de análisis presentan un incremento de la dispersión de datos en las muestras posteriores a la intervención. El *flutter* es el rasgo que revela un mayor porcentaje de ascenso—con el 30,8 %—, la frecuencia fundamental le sigue por orden de ascenso — el 29,4 %— y el temblor neurológico manifiesta el menor incremento de todos los rasgos analizados —con un 17,9 %—.

En la frecuencia fundamental, el temblor neurológico y el *flutter* se observa que, tanto las medianas como los rangos intercuartílicos presentan un ascenso en las muestras posteriores a la intervención. Así pues el comportamiento de la mediana posterior no resulta fiable por el dato de ascenso del rango intercuartílico.

El desbalance de la masa de la cubierta, el desbalance de la tensión de la cubierta y el temblor fisiológico experimentan una reducción en sus valores posteriores a la intervención información que se ve corroborada por el descenso en la dispersión de los datos. Es decir, la disfunción fonatoria se reduce y la fiabilidad de este dato es alta.

Por último, hay cinco rasgos cuyas medianas no presentan ningún tipo de variación entre las muestras previas y las posteriores a la intervención. De estos cinco rasgos, cuatro de ellos, el *jitter*, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo y el temblor global, exponen un descenso en los rangos intercuartílicos lo que, por sí mismo es un índice de mejora. En cambio el *shimmer* no revela ningún tipo de variación ni en la mediana ni tampoco en el rango intercuartílico.

Las variaciones descritas se pueden observar gráficamente en los diagramas de caja que comparan las muestras previas y posteriores a la intervención de cada uno de los rasgos analizados en el presente estudio. En la figura 60 aparecen los diagramas de caja que afectan a las muestras de la frecuencia fundamental.

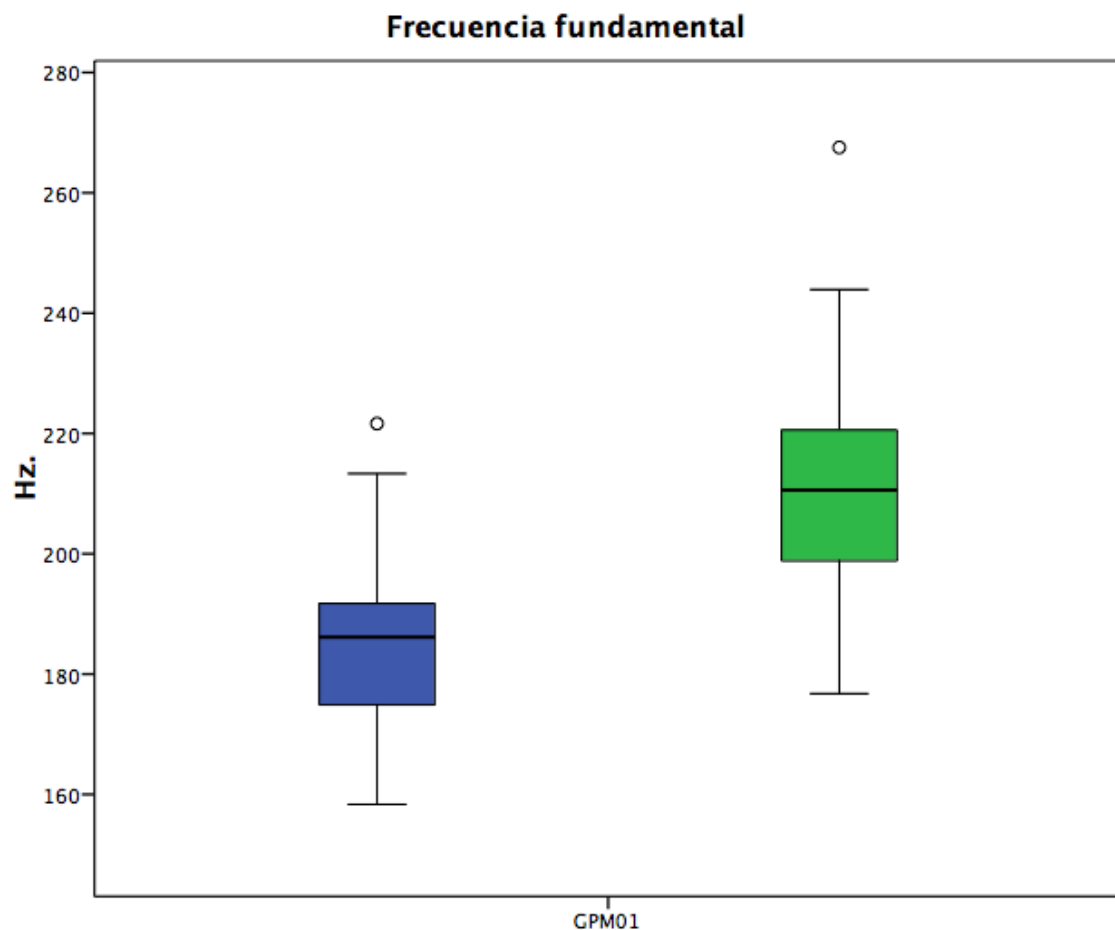


Figura 60. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.



En los gráficos de la frecuencia fundamental se puede observar que la mediana en las muestras posteriores a la intervención experimenta un incremento —el 12,9 %—, aunque tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se hallan dentro de los límites normativos.

También se produce un aumento importante en la dispersión de los datos de las muestras posteriores respecto a las previas —el 29,4 %— que indica un ascenso en la heterogeneidad de la distribución. Las muestras previas a la intervención presentan una dispersión en la distribución hacia el primer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento funcional fonatorio. En cambio, en las muestras posteriores a intervención, la dispersión disminuye y los datos se distribuyen de manera mucho más simétrica alrededor de la mediana. Las muestras previas ofrecen un valor atípico por encima del tercer cuartil mientras que en las muestras posteriores se observa un valor atípico por encima del tercer cuartil, ambos moderados.

En este rasgo se observa que la mediana y el rango intercuartílico posteriores experimentan un incremento en sus valores. Esto se puede interpretar como que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

A continuación, en la figura 61, se ofrecen los gráficos de caja correspondientes al *jitter*.

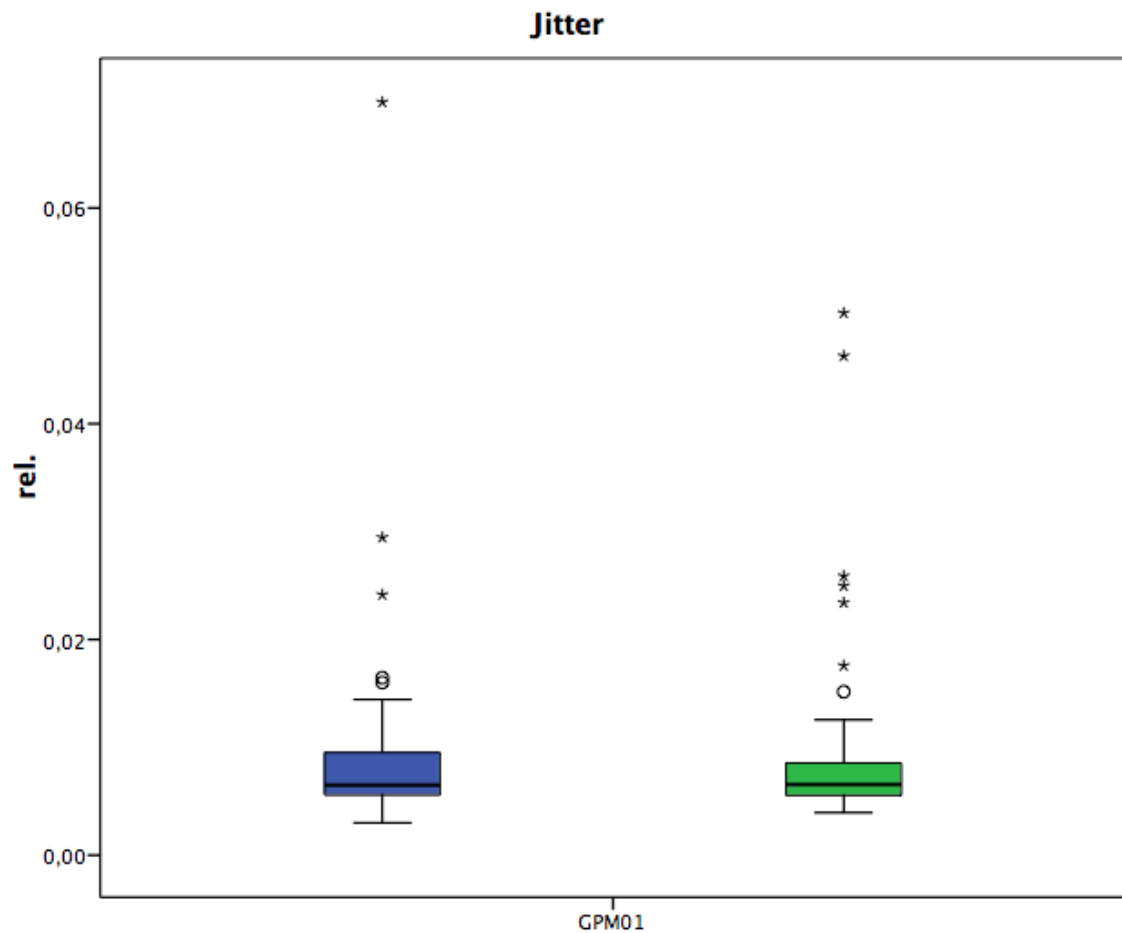


Figura 61. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En este caso, la mediana de las muestras previas y las posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos y no presenta ningún tipo de variación entre ambas. Es decir, que la funcionalidad fonatoria se mantiene antes y después de la intervención. En cuanto a la dispersión de datos, en las muestras posteriores a la intervención se observa una acusada reducción —el 25 %—. La dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil que exponen las muestras previas, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional, se reduce en las muestras posteriores aumentando así la simetría alrededor de la mediana y la homogeneidad en la distribución. Las muestras previas constatan cinco datos atípicos extremos —tres de ellos acusados— por encima del tercer cuartil mientras que las

muestras posteriores revelan siete datos atípicos —seis de ellos acusados— también por encima del tercer cuartil.

En este rasgo, mientras que la funcionalidad fonatoria no se altera, la dispersión desciende lo que implica un signo objetivo de mejora ya que es muy positivo cualquier reducción de la dispersión de los datos y la consecuente concentración de los datos.

En cuanto al rasgo del *shimmer*, la figura 62 muestra los resultados de los gráficos de caja.

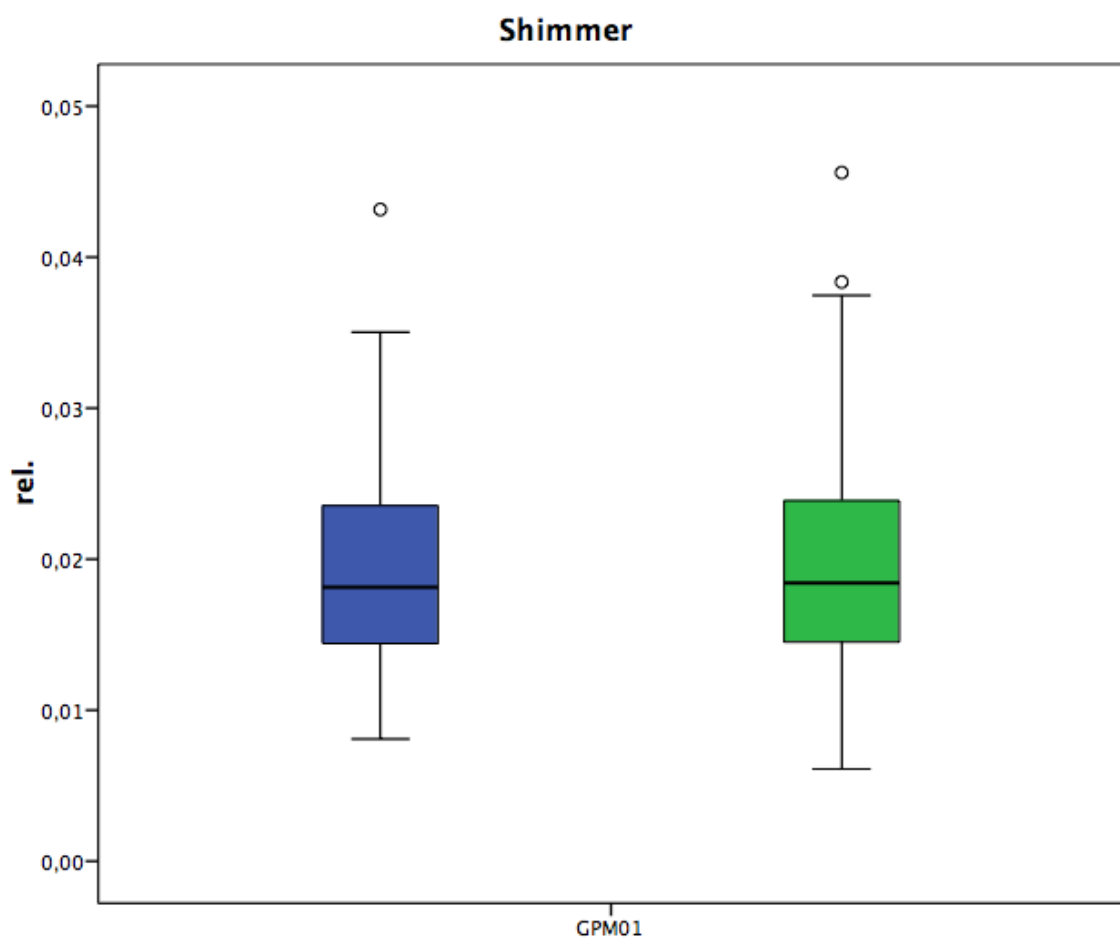


Figura 62. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el gráfico correspondiente a las muestras posteriores a la intervención se puede observar que tanto la mediana como el rango intercuartílico no presentan variación alguna respecto a las muestras previas, es decir, ni cambia el comportamiento funcional, ni se observa una diferencia en la dispersión de los datos

antes y después de la intervención. Las muestras previas y las posteriores a la intervención también se encuentran dentro de los límites normativos.

Se advierte una ligera dispersión en la distribución de los datos hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. Existe un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil en el gráfico de las muestras previas y dos datos moderados en el gráfico de las muestras posteriores por encima del tercer cuartil.

El *shimmer* es un rasgo que no varía ni en funcionalidad fonatoria ni en dispersión de datos.

A continuación, en la figura 63, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la masa del cuerpo.

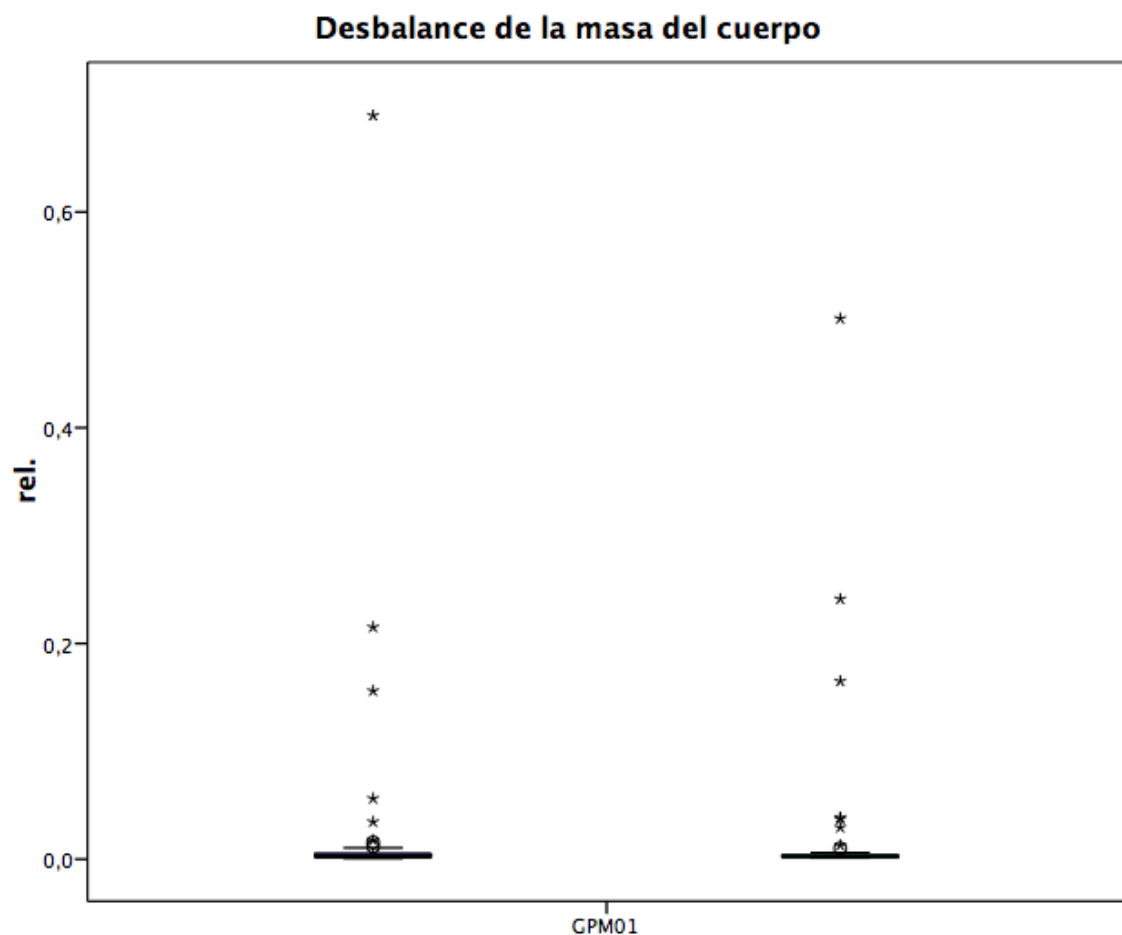


Figura 63. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el desbalance de la masa del cuerpo se advierte que ambos conjuntos de muestras, tanto las previas como las posteriores a la intervención, manifiestan un número bastante acusado de datos atípicos por encima del tercer cuartil. Las muestras previas constatan siete datos atípicos —cinco de ellos acusados— y en las posteriores se observan ocho datos atípicos —seis de ellos acusados—. A pesar de todo, las muestras previas y las posteriores se hallan dentro de los límites normativos.

La funcionalidad fonatoria no varía en este rasgo, sin embargo, la dispersión de los datos se reduce a la mitad —un 50 %— lo que indica una mayor homogeneidad en la distribución, signo siempre positivo.

En cuanto al rasgo del desbalance de la tensión del cuerpo, la figura 64 muestra los resultados de los gráficos de caja.

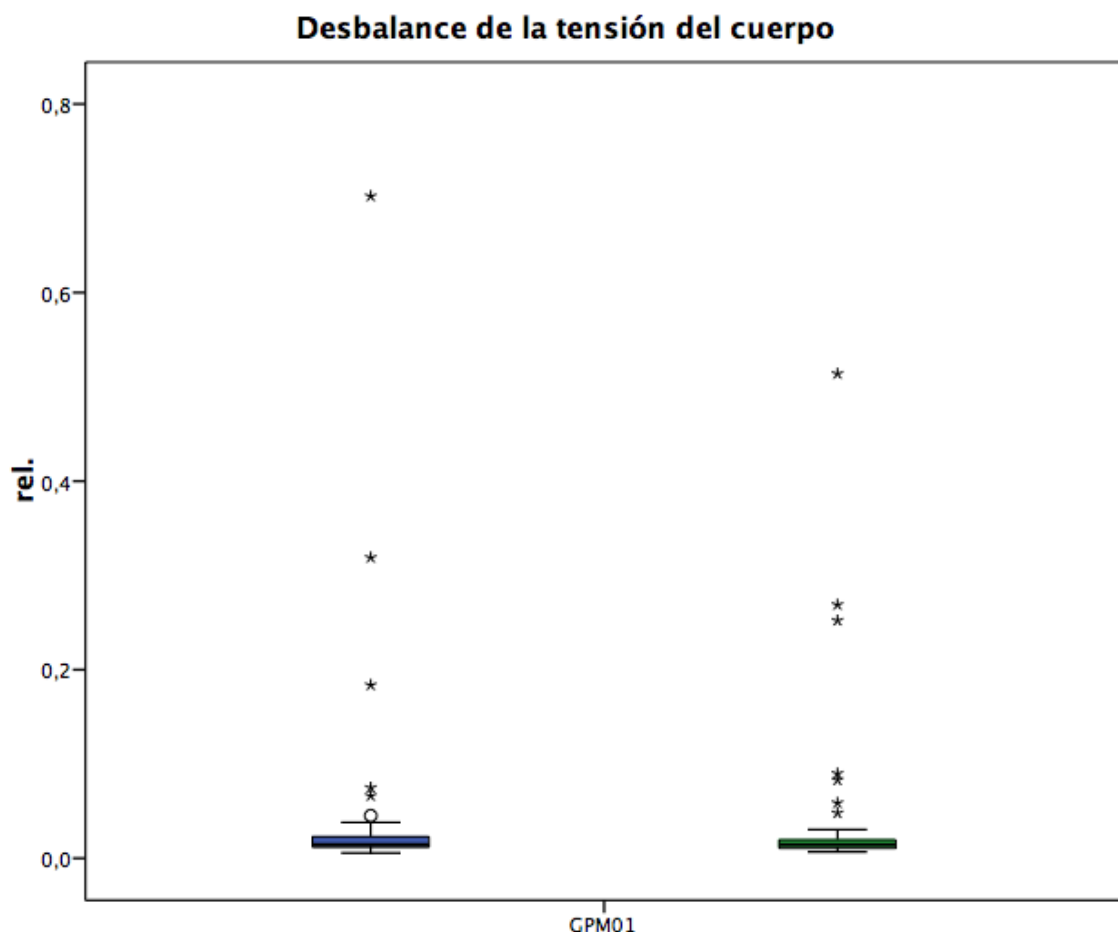


Figura 64. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El desbalance de la tensión del cuerpo presenta un gran número de datos atípicos tanto en las muestras previas como en las posteriores a la intervención por encima del tercer cuartil. Las muestras previas revelan seis datos atípicos —cinco de ellos acusados— por encima del tercer cuartil y las posteriores manifiestan ocho datos atípicos acusados también por encima del tercer cuartil. La dispersión de los datos que exponen las muestras posteriores se reduce acusadamente —el 25 %— respecto a las previas, lo que indica un aumento en la homogeneidad de la distribución.

La mediana posterior a la intervención no expone ninguna variación con respecto a la previa, es decir, el comportamiento fonatorio funcional no cambia tras la intervención. Las muestras previas y posteriores a la intervención se hallan dentro de los límites normativos. El comportamiento fonatorio funcional se mantiene y la reducción de la dispersión de los datos es siempre un signo de mejora.

En cuanto al rasgo del desbalance de la masa de la cubierta, la figura 65 muestra los resultados de los gráficos de caja.

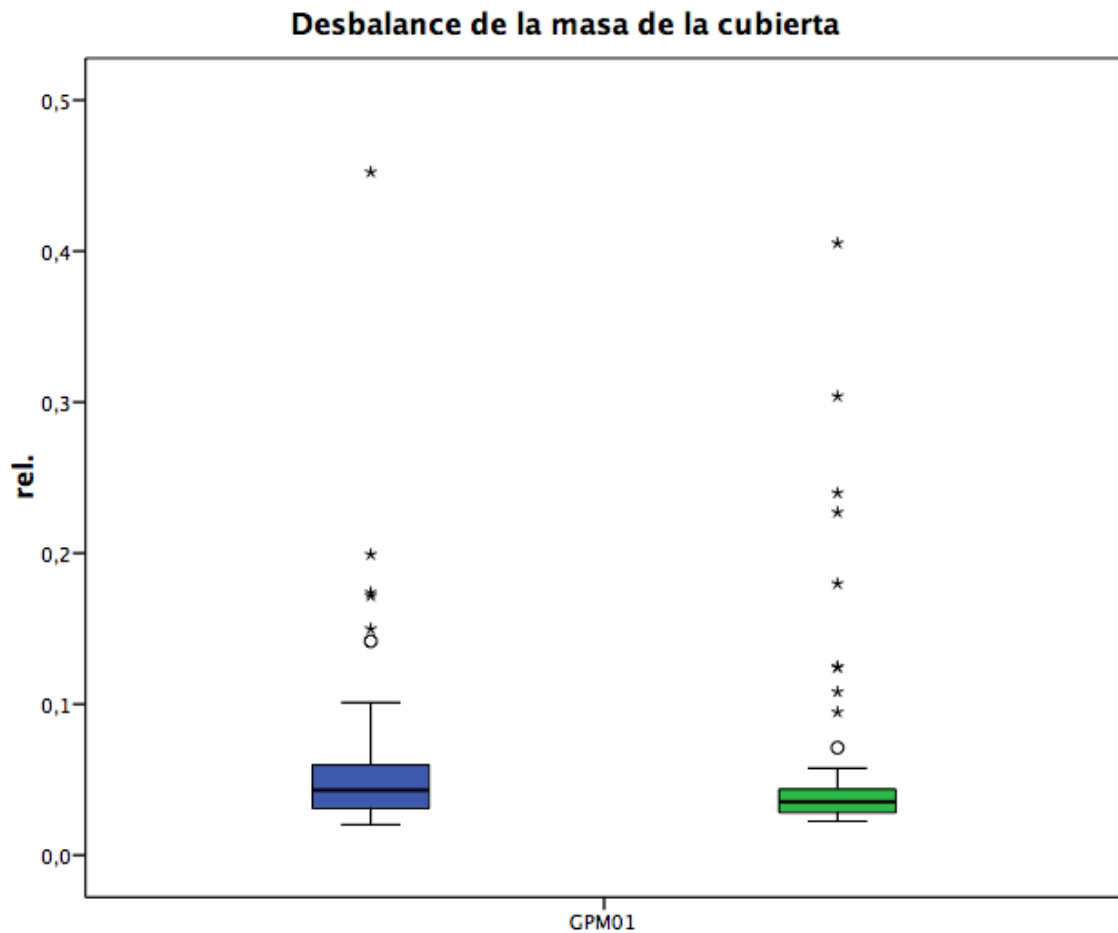


Figura 65. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En las muestras previas y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta se observa un excesivo número de datos atípicos: seis datos atípicos —cinco de ellos acusados— y uno leve en las muestras previas y diez datos atípicos —nueve de ellos acusados— en las muestras posteriores, todos ellos por encima del tercer cuartil. Se advierte una pronunciada reducción en la dispersión de los datos en las muestras posteriores —el 44,8 %—, es decir, se incrementa visiblemente la homogeneidad de los datos. La simetría en las muestras posteriores aumenta y se reduce la dispersión hacia el tercer cuartil que revelan las muestras previas a la intervención.

La mediana posterior a la intervención manifiesta un descenso acusado —el 18,6 %— que implica un incremento en el comportamiento funcional fonatorio. En este rasgo, la mediana previa y la posterior a la intervención exhiben una completa normatividad. La disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

A continuación, en la figura 66, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la tensión de la cubierta.

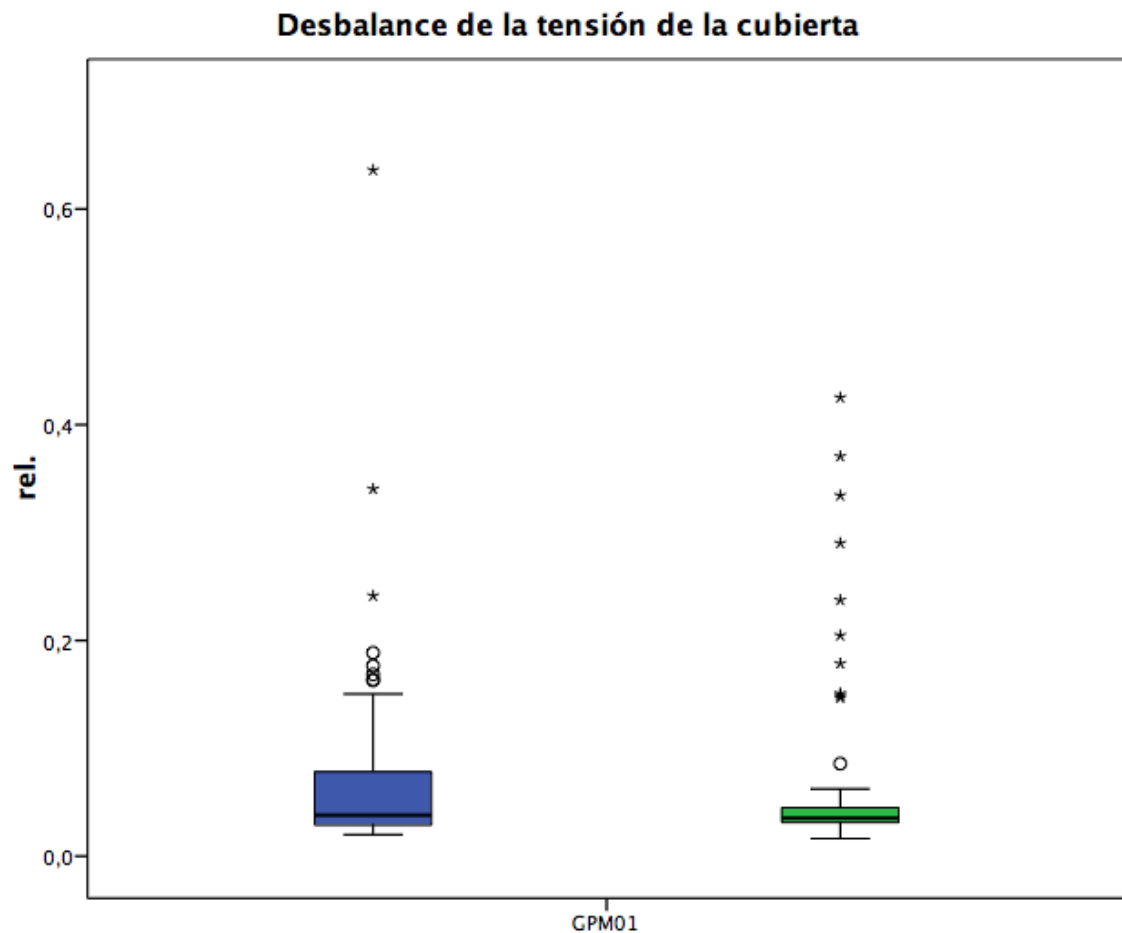


Figura 66. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa en estos gráficos, pertenecientes al desbalance de la tensión de la cubierta, varios datos atípicos por encima del tercer cuartil en ambos grupos de muestras. Las previas reflejan ocho datos atípicos —tres de ellos acusados— y en las muestras posteriores se advierten once datos atípicos —diez de ellos acusados— extremos. También se aprecia un gran descenso en el rango intercuartílico posterior a la intervención —el 72 %—. Esto indica una gran homogeneidad en las muestras



posteriores. En dichas muestras posteriores se reduce la dispersión de los datos en el tercer cuartil, la zona en la que los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional, que presentan las muestras previas; aumenta, por tanto, la simetría de la distribución.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención incrementa levemente la funcionalidad fonatoria —un 7,9 %—. Ambas medianas, tanto la previa como la posterior a la intervención, se encuentran dentro de los límites normativos. El incremento de la mediana es muy leve, pero la reducción de la dispersión de los datos es muy elevada. Se puede considerar, pues, que la disfunción fonatoria aumenta levemente, asumiendo una alta fiabilidad del dato.

A continuación, en la figura 67, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor fisiológico.

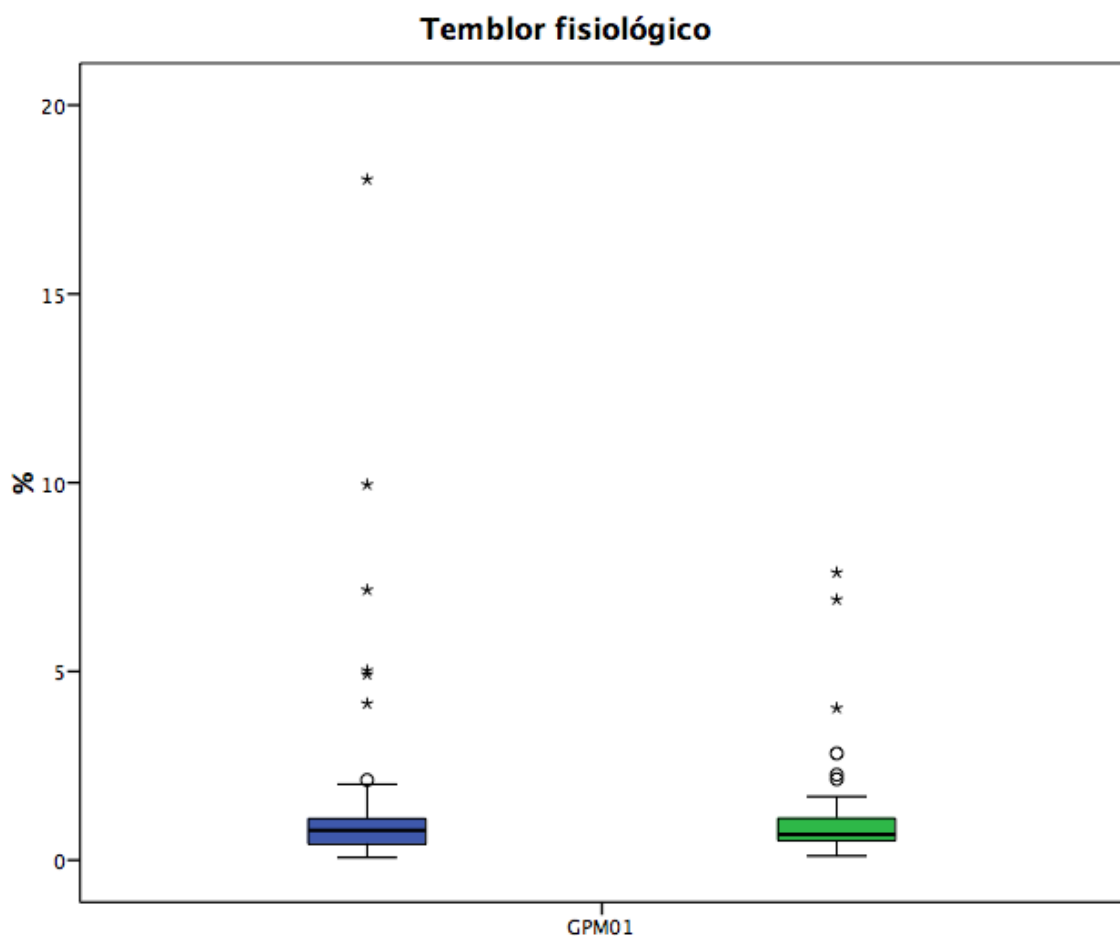


Figura 67. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el temblor fisiológico también destaca un número elevado de datos atípicos por encima del tercer cuartil tanto en las muestras previas como en las posteriores a la intervención. Las muestras previas exponen siete datos atípicos —seis de ellos acusados— mientras que las muestras posteriores exhiben seis datos atípicos —tres de ellos acusados—. Se advierte en los gráficos el descenso de la mediana en las muestras posteriores a la intervención —el 13,7 %— que repercute en un aumento del comportamiento funcional fonatorio; no obstante, los valores de las muestras previas y las posteriores se hallan dentro de los límites normativos.

La dispersión de datos también se reduce en las muestras posteriores —el 10,1 %— lo que indica una mayor homogeneidad en la distribución de los datos. Las muestras previas presentan una mayor simetría de los datos alrededor de la mediana que las posteriores, donde se observa una leve dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, la zona en la que los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional. Desciende la disfuncionalidad fonatoria y se asume alta fiabilidad.

A continuación, en la figura 68, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor neurológico.

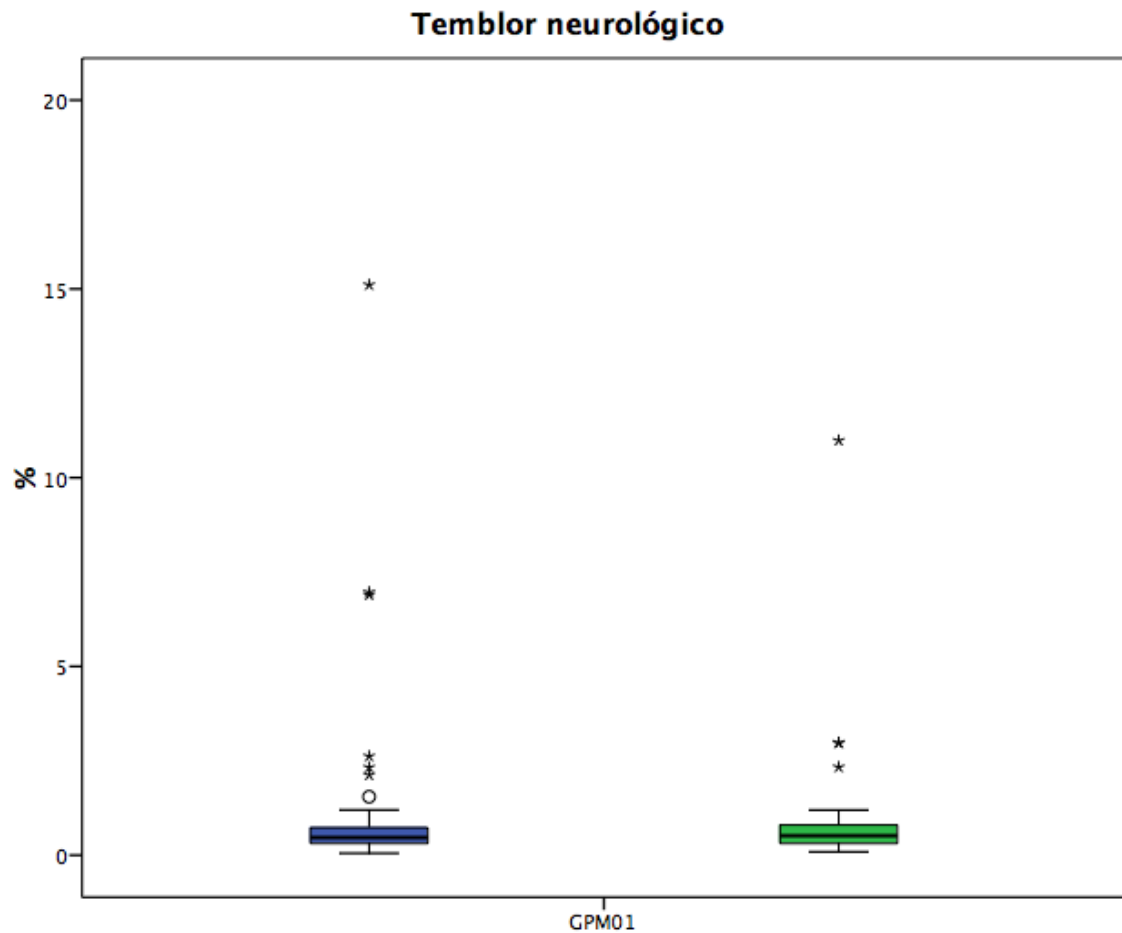


Figura 68. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del temblor neurológico se observan valores atípicos por encima del tercer cuartil en las muestras previas y posteriores a la intervención. Las muestras previas revelan siete datos atípicos —de los cuales, seis son acusados—mientras que las muestras posteriores exponen cuatro datos atípicos acusados. La mayoría de los datos se distribuye de manera bastante simétrica alrededor de la mediana respectiva.

La mediana posterior a la intervención se incrementa —un 10,1 %— como también lo hace el rango intercuartílico posterior —un 17,9 %—. Aunque el aumento de la mediana posterior señala una disminución en el comportamiento funcional fonatorio, tanto la mediana previa como la posterior a la intervención del temblor

neuroológico se encuentran dentro de los límites normativos. Asimismo, el incremento acusado en la dispersión indica una mayor heterogeneidad de los datos.

En el temblor neurológico, ambos parámetros se incrementan. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

Los gráficos de caja correspondientes al *flutter* se recogen en la figura 69.

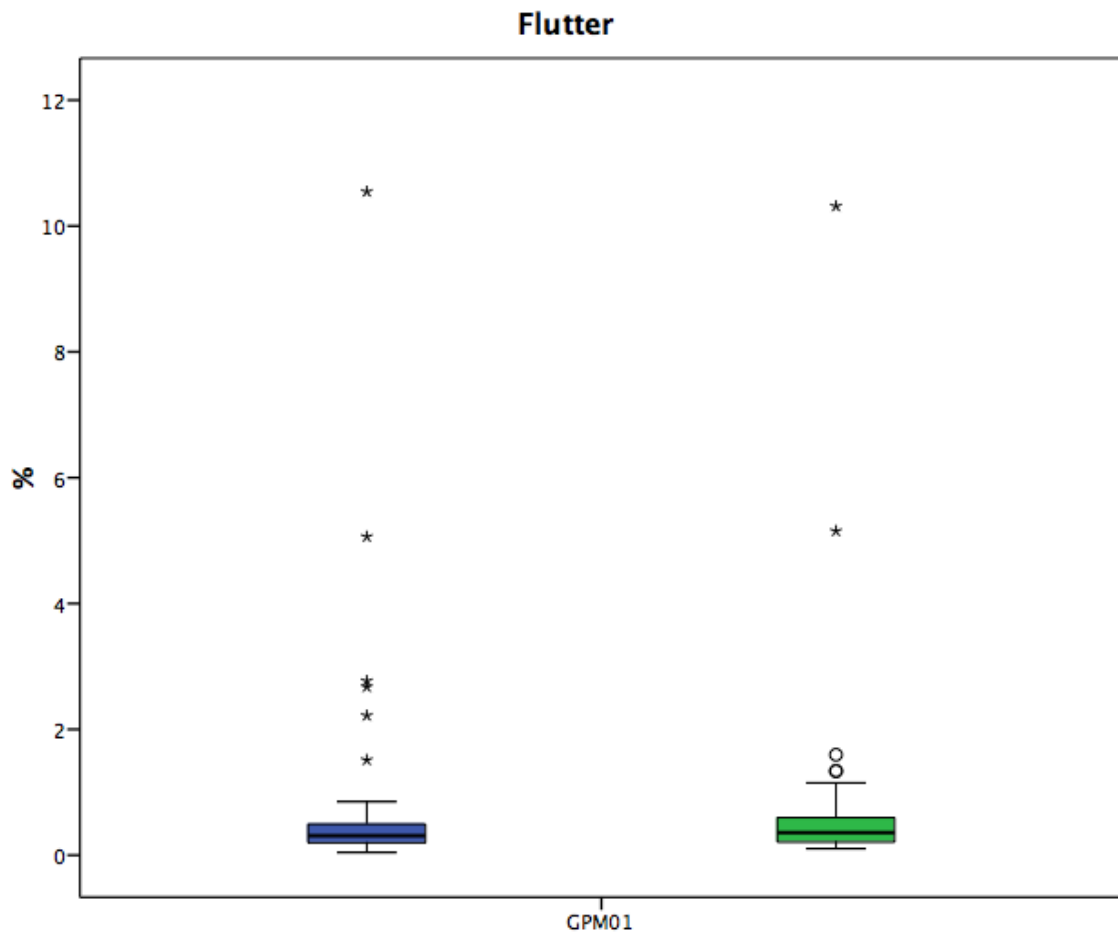


Figura 69. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del *flutter* se observa en estos gráficos seis datos atípicos acusados en las muestras previas y cuatro datos atípicos —dos de ellos acusados— en las posteriores. Todos los datos atípicos se hallan por encima del tercer cuartil. Además, los datos se distribuyen de manera bastante simétrica alrededor de cada mediana. En las muestras posteriores se advierte una leve dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, que es el que indica un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. El rango intercuartílico revela en sus muestras posteriores un incremento muy acusado

—el 30,8 %— lo que manifiesta una notable pérdida de homogeneidad en la distribución.

La mediana posterior a la intervención expone un incremento —el 15,9 %— que indica el aumento en el comportamiento fonatorio disfuncional aunque tanto el valor de la mediana posterior como el de la previa se hallan dentro de los límites normativos. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

En la figura 70 se pueden observar los cambios descritos anteriormente reflejados en diagramas de caja concernientes al temblor global.

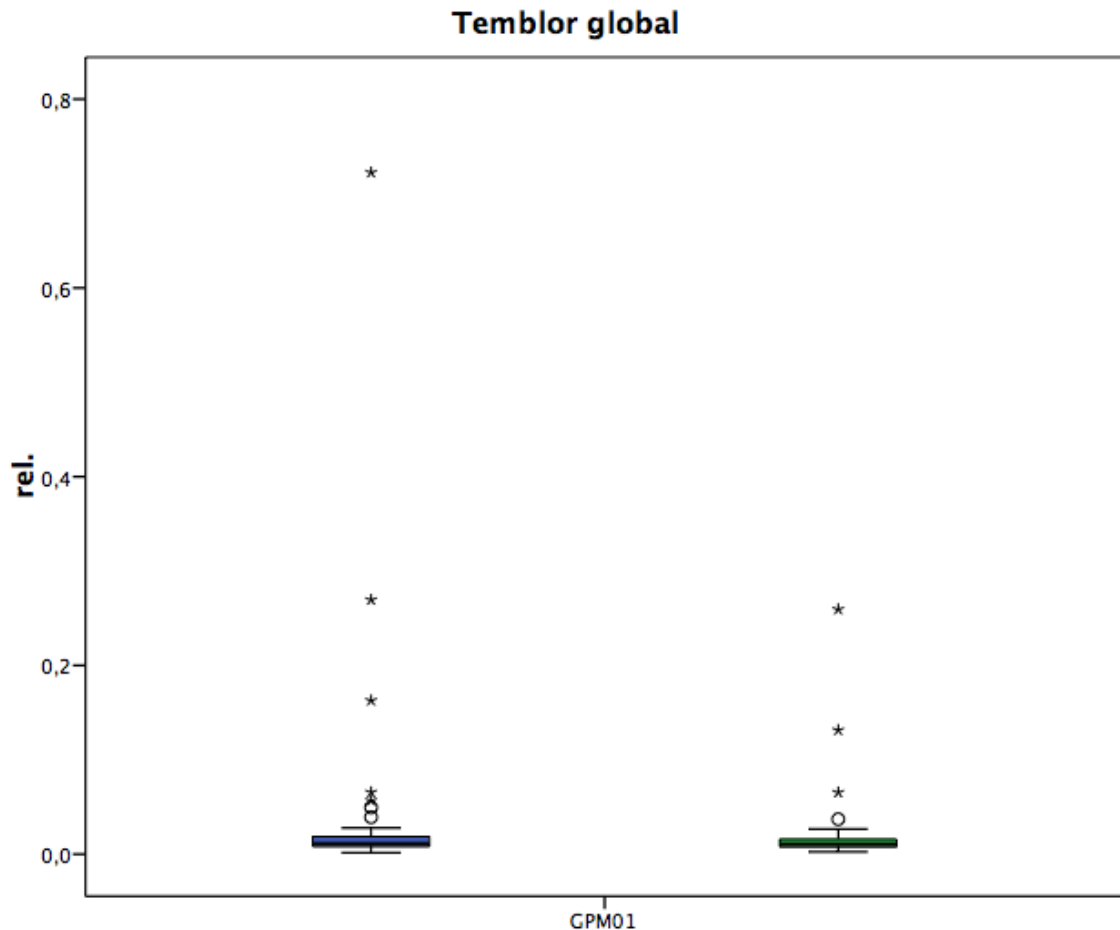


Figura 70. Caso GPM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el temblor global se puede observar cómo las muestras previas a la intervención constatan siete datos atípicos —cuatro de ellos acusados— y las muestras posteriores, cuatro datos atípicos —tres de ellos acusados—, todos ellos por encima del tercer cuartil. En general, los datos se distribuyen de manera bastante simétrica aunque se detecta una leve dispersión de las distribuciones, tanto previa como posterior, hacia el tercer cuartil, que indica un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. La dispersión de los datos en las muestras posteriores revela una disminución muy acusada —el 27,3 %— respecto a las muestras previas. Esto indica una mayor homogeneidad en la distribución de los datos.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención del temblor global no expresa ningún tipo de variación respecto de la previa, es decir, que la funcionalidad fonatoria ni aumenta ni disminuye. Asimismo, tanto los valores de la mediana previa como los de la posterior a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

En este rasgo mientras que la funcionalidad fonatoria se mantiene, la dispersión de los datos se reduce de manera pronunciada. La concentración de datos es un buen signo de mejora en la voz.

Los resultados del análisis de la significación estadística realizado mediante el test de Wilcoxon se recogen en la tabla 29.

Tabla 29. Caso GPM01. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-6,580	0,000***
<i>Jitter</i>	-0,144	0,886
<i>Shimmer</i>	-0,249	0,803
Desbalance de la masa del cuerpo	-0,733	0,464
Desbalance de la tensión del cuerpo	-0,684	0,494
Desbalance de la masa de la cubierta	-1,378	0,168
Desbalance de la tensión de la cubierta	-0,845	0,398
Temblor fisiológico	-0,557	0,577
Temblor neurológico	-0,606	0,544
<i>Flutter</i>	-0,691	0,490
Temblor global	-0,922	0,357

\**p* < 0,05; \*\**p* < 0,01; \*\*\**p* < 0,001

Como se puede observar, el único rasgo cuya variación es estadísticamente significativa —con un índice de significación de  $p < 0,001$ ) es el de la frecuencia fundamental cuya mediana posterior a la intervención presenta un incremento de 24 Hz pero se mantiene por debajo del límite normativo superior. En cambio, tanto en el resto de rasgos que también mostraron un incremento de las muestras posteriores a la intervención, como en aquellos que presentaron un descenso o en los que no mostraron variación entre las medianas previas y las posteriores, no se observan cambios con significación estadística. Es necesario, no obstante, considerar que esta cuarta participante no manifiesta ningún rasgo cuya mediana, ni previa ni posterior a la intervención, se encuentre fuera de los límites normativos (véase la tabla 27).

La significación global de todos aquellos rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética —es decir, todos los rasgos analizados a excepción de la frecuencia fundamental— se calcula mediante el test de Wilcoxon realizado sobre los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon*. El test ofrece como resultado que el valor  $z$  para los valores de los rasgos es  $-0,160$  y el valor  $p$  es de  $0,873$  ( $p > 0,05$ ), no es necesario siquiera el ajuste de Bonferroni. Se puede decir que los cambios producidos por la intervención no resultan ser estadísticamente significativos en este grupo de rasgos. De los diez rasgos que conforman el grupo analizado globalmente, cinco de ellos no presentan ningún tipo de cambio entre las muestras anteriores y posteriores a la intervención. De los cinco restantes, tres de ellos exponen un descenso en las muestras posteriores y los dos restantes manifiestan un ascenso pero en ningún caso son estadísticamente significativos.

En cuanto a lo ocurrido con los rangos intercuartílicos, el test de Wilcoxon ofrece el resultado de un valor de  $z$  de  $-0,652$  y un valor de  $p$  de  $0,514$  ( $p > 0,05$ ). Así pues, los cambios registrados en la valoración global de las medidas de dispersión tampoco resultan ser estadísticamente significativos para esta participante incluso sin necesidad del ajuste de Bonferroni. Siete rasgos de los diez analizados presentan un descenso en las medidas de dispersión, dos de ellos se incrementan y solo un rasgo se mantiene invariable.

Es decir, los cambios globales producidos por la intervención en estos diez rasgos, no muestran diferencias estadísticamente significativas entre los valores tomados antes y después de la intervención ni en la funcionalidad fonatoria ni en la dispersión de los datos.



### Participante 6 (GPM02)

Esta participante tenía 71 años al comienzo del experimento. Hace 32 años que le diagnosticaron la enfermedad de Parkinson aunque ella ya había notado síntomas años antes siendo la participante con el diagnóstico de Parkinson más antiguo de todos. Comienza con un grado Hoehn y Yahr de 2,5<sup>59</sup>. Tiene problemas cardíacos concomitantes.

El test de normalidad Shapiro-Wilk no muestra normalidad en ninguna de las variables ( $p < 0,05$ ) a excepción de la frecuencia fundamental ( $p = 0,296$ ) que presenta un comportamiento normal. Se asume entonces la no normalidad de los datos y se analizan las muestras con pruebas estadísticas no paramétricas, en concreto, se utiliza el test de Wilcoxon para precisar la existencia de significación estadística rasgo a rasgo y, para la valoración conjunta, se efectúa, además, la prueba post-hoc de Bonferroni.

Las medidas descriptivas se observan en la tabla 30. Aparecen los resultados de las medianas y de los rangos intercuartílicos obtenidos por el programa de análisis estadístico para todos los rasgos analizados. Se señalan, además, las medianas que sobrepasan los límites normativos que establece la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis.

Tabla 30. Caso GPM02. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	185	185	24	23
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,016	0,013	0,017	0,011
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,022	0,020	0,018	0,014
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,020	0,018	0,070	0,028
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,053	0,048	0,104	0,047
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,075	0,058	0,103	0,120
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,094	0,068	0,133	0,110
Temblor fisiológico	%	1,561	1,178	2,424	1,269
Temblor neurológico	%	0,867	0,833	1,358	0,988
<i>Flutter</i>	%	0,594	0,534	0,823	0,684
Temblor global	(rel.)	0,022	0,021	0,035	0,013

<sup>59</sup> A lo largo del experimento se fue deteriorando hasta el punto de que tuvo que acabar por venir siempre acompañada de una asistente. Era necesario sujetarla con fuerza porque perdía la verticalidad. También era necesario controlar su paso porque experimentaba taquicinesia, comenzaba a correr y no podía parar. Al principio del experimento lograba realizar de pie los ejercicios, después pasó a tener que ejecutarlos sentada en una silla y, finalmente, fue necesaria la asistencia de dos personas para que se sentara y se levantara de la silla.

En casi todos los rasgos analizados, las muestras posteriores a la intervención presentan un descenso respecto a las muestras previas en los valores de las medianas. La excepción es la frecuencia fundamental que no muestra cambios entre las muestras previas y las posteriores a la intervención —185 Hz tanto antes como después—. Además, se observa que siete de los rasgos cuentan con sus medianas previas y posteriores a la intervención dentro de los límites normativos. Es el caso de la frecuencia fundamental, el *shimmer*, el desbalance de la masa de la cubierta, el desbalance de la tensión de la cubierta, el temblor fisiológico, el *flutter* y el temblor global. Sin embargo, a pesar de encontrarse dentro de dichos límites, se puede observar que la mediana de las muestras previas del *shimmer*, del temblor fisiológico y del *flutter* tienen un valor que se encuentra muy cercano al límite normativo superior. En concreto, el *shimmer* presenta un valor en su mediana previa a la intervención de 0,022 (rel.) mientras que el límite normativo superior se sitúa en 0,023 (rel.), es decir, se sitúa a una milésima (rel.) por debajo de dicho límite. El temblor fisiológico cuyo valor previo a la intervención de su mediana es de 1,561 % se halla a 10 milésimas del límite normativo superior que se encuentra en 1,571 %. Por último, el *flutter* muestra un valor de 0,594 %, 14 milésimas por debajo del límite normativo superior que es de 0,608 % para este rasgo. El descenso que estos tres rasgos exhiben en la mediana de sus muestras posteriores a la intervención es muy heterogéneo en sus valores. En el caso del *shimmer* el descenso supone 2 milésimas puesto que el valor de la mediana posterior a la intervención es de 0,020 (rel.). El temblor fisiológico tiene un valor posterior a la intervención de 1,178 % y el descenso es de 383 milésimas. El *flutter* desciende 60 milésimas siendo el valor de su mediana posterior de 0,534 %.

El valor de la mediana previa a la intervención para el desbalance de la masa de la cubierta es de 0,075 (rel.) mientras que el valor posterior es de 0,058 (rel.), así pues, el descenso es de 17 milésimas. El desbalance de la tensión de la cubierta muestra un descenso de 26 milésimas, ya que el valor previo a la intervención es de 0,094 (rel.) y el valor posterior es de 0,068 (rel.). Finalmente, el temblor global desciende una milésima porque el valor previo es de 0,022 (rel.) mientras que el valor posterior a la intervención es de 0,021 (rel.).

Existen tres rasgos, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo y el temblor neurológico, cuya mediana de las muestras tanto previas como posteriores a la intervención se encuentran alejadas del límite normativo superior. En el caso del desbalance de la masa del cuerpo, el valor de su mediana previa a la intervención es de 0,020 (rel.) lo que supone un alejamiento de 11 milésimas, es decir, más del doble respecto al límite normativo superior que para este rasgo es de 0,009 (rel.). En cambio, su mediana posterior a la intervención presenta un valor de 0,018 (rel.), así pues la distancia es de 9 milésimas, es decir, el doble de su límite normativo superior —0,009 (rel.)—. El descenso de los valores posteriores respecto a los previos es de dos milésimas. En el caso del desbalance de la tensión del cuerpo, el valor de la mediana de las muestras previas a la intervención es de 0,053 (rel.) y supera en 7 milésimas el límite normativo superior que para este rasgo es de 0,046 (rel.). El valor posterior a la intervención de las muestras es de 0,048 (rel.) y se sitúa solo a una milésima del límite normativo superior —0,046 (rel.)—. El descenso entre la mediana de los valores previos y la mediana de los valores posteriores es de 5 milésimas. En cuanto al temblor neurológico, el valor para la mediana de las muestras previas a la intervención es de 0,867 % y, en este caso, supera en 124 milésimas el límite normativo superior que para este rasgo es de 0,743 %. El valor de la mediana posterior a la intervención en este caso es de 0,833 % y supone un incremento de 90 milésimas respecto al límite normativo superior —0,743 %—. El descenso entre la mediana de los valores previos y la mediana de los valores posteriores a la intervención es de 34 milésimas.

Por último, el *jitter* es el único rasgo cuya mediana previa a la intervención supera el límite máximo normativo mientras que el descenso que experimenta la mediana posterior, la sitúa por debajo de dicho límite. En concreto, el valor que muestra el *jitter* en sus muestras previas a la intervención es de 0,016 (rel.) y el límite normativo superior coincide con ese mismo valor — 0,016 (rel.)—. El descenso experimentado supone 3 milésimas puesto que el valor de su mediana posterior a la intervención es de 0,013 (rel.).

La tabla 31 ofrece los porcentajes de variación que presentan las medianas y los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo respecto a las previas.

Tabla 31. Caso GPM02. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	0	-4,2
<i>Jitter</i>	-18,8	-35,3
<i>Shimmer</i>	-9,1	-22,2
Desbalance de la masa del cuerpo	-10	-60
Desbalance de la tensión del cuerpo	-9,4	-54,8
Desbalance de la masa de la cubierta	-22,7	16,5
Desbalance de la tensión de la cubierta	-27,7	-17,3
Temblor fisiológico	-24,5	-47,6
Temblor neurológico	-3,9	-27,2
<i>Flutter</i>	-10,1	-16,9
Temblor global	-4,5	-62,9

Las diferencias porcentuales entre todas las medianas previas y posteriores a la intervención en los rasgos analizados resultan ser negativas, es decir, las medianas posteriores resultan ser inferiores a las previas con excepción de la frecuencia fundamental que no manifiesta ningún tipo de variación entre dichas muestras.

Los rasgos que revelan un descenso porcentual más importante son el desbalance de la tensión de la cubierta —con un 27,7 %—, el temblor fisiológico —con el 24,5 %—, el desbalance de la masa de la cubierta —con el 22,7 %— y el *jitter* —con el 18,8 %—. Los rasgos que siguen a los anteriores por orden de descenso son el *flutter* —con el 10,1 %—, el desbalance de la masa del cuerpo —con un 10 %—, el desbalance de la tensión del cuerpo —con el 9,4 %— y el *shimmer* —con el 9,1 %—. Las muestras previas y posteriores del desbalance de la masa del cuerpo y del desbalance de la tensión del cuerpo, a pesar del descenso, rebasan sus límites superiores normativos respectivos (véase la tabla 30). El temblor global y el temblor neurológico son los rasgos que ofrecen el menor porcentaje de descenso de todos los analizados —el 4,5 % y el 3,9 % respectivamente—. También el temblor neurológico rebasa el límite superior normativo en sus muestras previas y posteriores a pesar del descenso que se advierte en estas últimas (véase la tabla 30).

Los porcentajes de variación en la dispersión de datos también manifiestan la reducción en sus valores posteriores a la intervención a excepción del desbalance de la masa de la cubierta que incrementa dichos valores posteriores —un 16,5 %—.

Hay ciertos rasgos que constatan una disminución muy acusada en los rangos intercuartílicos posteriores a la intervención. El temblor global es el rasgo que más desciende —un 62,9 %— y, muy cercano a este rasgo, el desbalance de la masa del cuerpo —con el 60 %—. Seguidamente se encuentran el desbalance de la tensión del cuerpo —con el 54,8 %—, el temblor fisiológico —con un 47,6 %— y el *jitter* —con el 35,3 %—.

Los rasgos del temblor neurológico —con un descenso del 27,2 %—, el *shimmer* —con el 22,2 %—, el desbalance de la tensión de la cubierta —con el 17,3 %— y el *flutter* —con un 16,9 %— muestran un descenso muy pronunciado. Y la frecuencia fundamental es el rasgo en el que se advierte un menor porcentaje de bajada —con el 4,2 %—.

En esta sexta participante la mayoría de los rasgos exhibe un descenso de las muestras posteriores a la intervención y una reducción de la dispersión de los datos, lo que significa que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad. Como excepciones se encuentran la frecuencia fundamental y el desbalance de la masa de la cubierta. La frecuencia fundamental no presenta diferencia porcentual entre las muestras previas y las posteriores, es decir, que el comportamiento fonatorio es igual de funcional tanto antes como después de la intervención. Sin embargo, se observa una reducción en el rango intercuartílico que quiere decir que existe mejora en este caso porque la reducción en la dispersión de los datos es un indicativo de mejora en sí mismo. En el desbalance de la masa de la cubierta se advierte una disminución de la mediana posterior a la intervención y un incremento del rango intercuartílico, es decir, que la funcionalidad fonatoria aumenta aunque se asume la baja fiabilidad de esta información.

A continuación se puede observar los diagramas de caja que reflejan los cambios descritos anteriormente. En la figura 71 aparecen los diagramas de caja concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental.

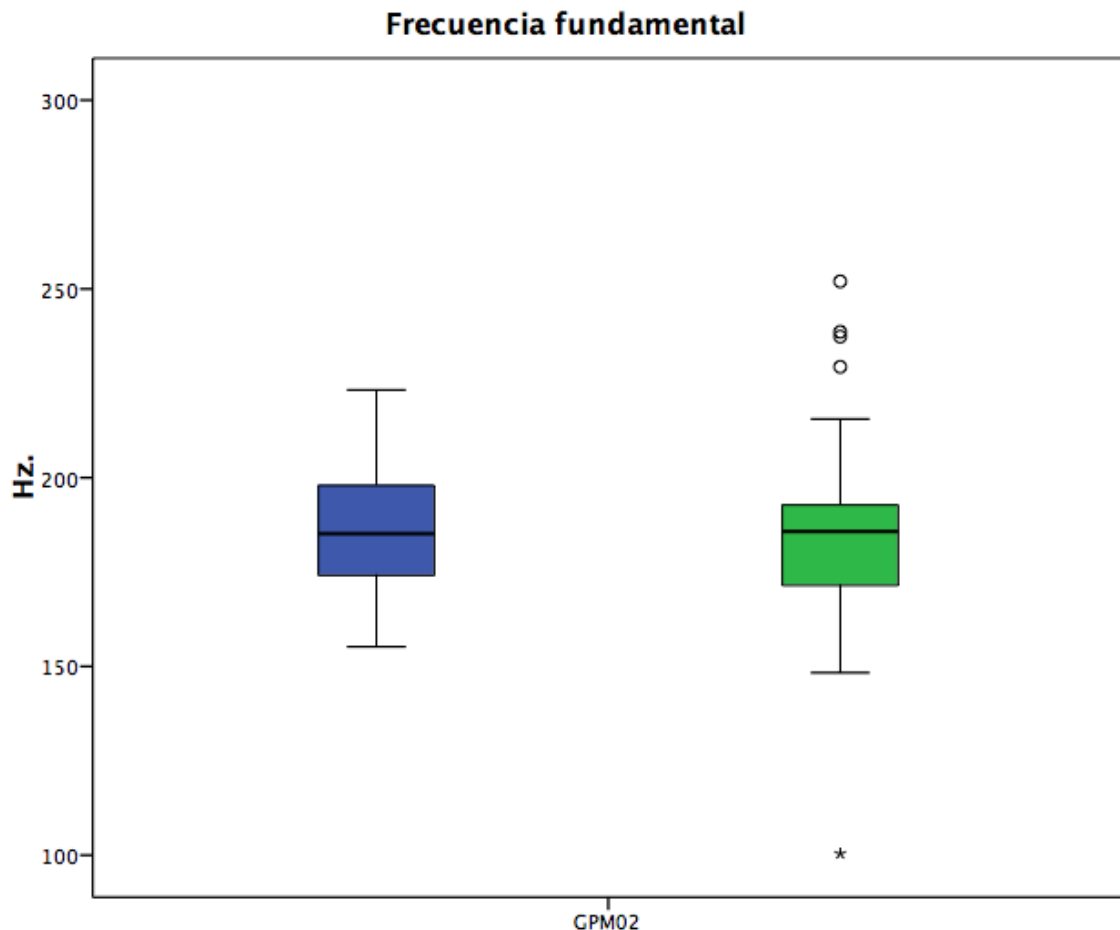


Figura 71. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el diagrama de las muestras previas correspondiente a la frecuencia fundamental se observa que dichas muestras presentan un alto grado de simetría mientras que en las muestras posteriores los datos presentan una cierta dispersión hacia el primer cuartil, la zona donde la fonación tiene un menor comportamiento disfuncional y revelan cinco datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil.

El rango intercuartílico experimenta una pequeña reducción —el 4,2 %— que supone un índice algo más alto de homogeneidad. En cambio las medianas previa y posterior a la intervención no muestran variación alguna y tanto una como la otra se encuentran dentro de los límites normativos. Pero siempre, la reducción de la dispersión de los datos en una distribución es un signo positivo de mejoría.

En la siguiente figura (véase la figura 72) aparecen los gráficos correspondientes al *jitter*.

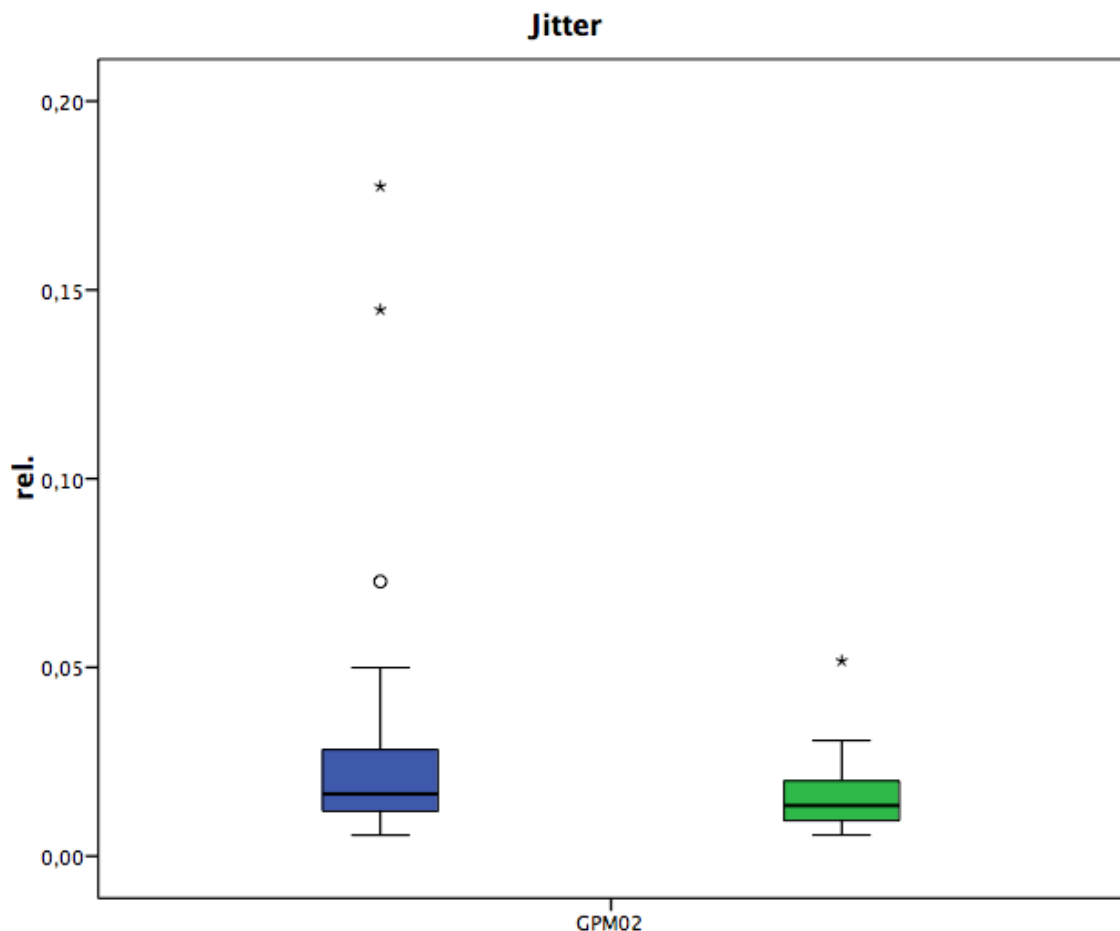


Figura 72. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El rasgo del *jitter* expone una reducción porcentual elevada del índice de dispersión de datos —el 35,3 %— en las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas lo que indica un aumento en la homogeneidad de la distribución. El gráfico de las muestras previas a la intervención revela una cierta dispersión de los datos hacia el tercer cuartil que es la zona donde la fonación denota un

comportamiento más disfuncional. Esta dispersión se reduce en las muestras posteriores en las que se constata un alto grado de simetría con la mayor parte de los datos agrupados alrededor de la mediana. Las muestras previas presentan tres datos atípicos —dos de ellos acusados— y las posteriores, un dato atípico acusado, todos ellos por encima del tercer cuartil.

En cuanto al comportamiento de las medianas, la correspondiente con las muestras posteriores experimenta un fuerte descenso —el 18,8 %— respecto a la de las previas. Así, en las muestras posteriores se detecta una reducción en el comportamiento fonatorio disfuncional. La mediana previa a la intervención se encuentra por encima del límite superior normativo, sin embargo, el descenso tan acusado de la mediana posterior sitúa estas muestras por debajo de dicho límite, es decir, dentro de los rangos normativos tras la intervención.

En el *jitter* tanto las medianas como los rangos intercuartílicos exhiben un descenso porcentual en las muestras posteriores respecto a las previas. Así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.



A continuación, en la figura 73, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al *shimmer*.

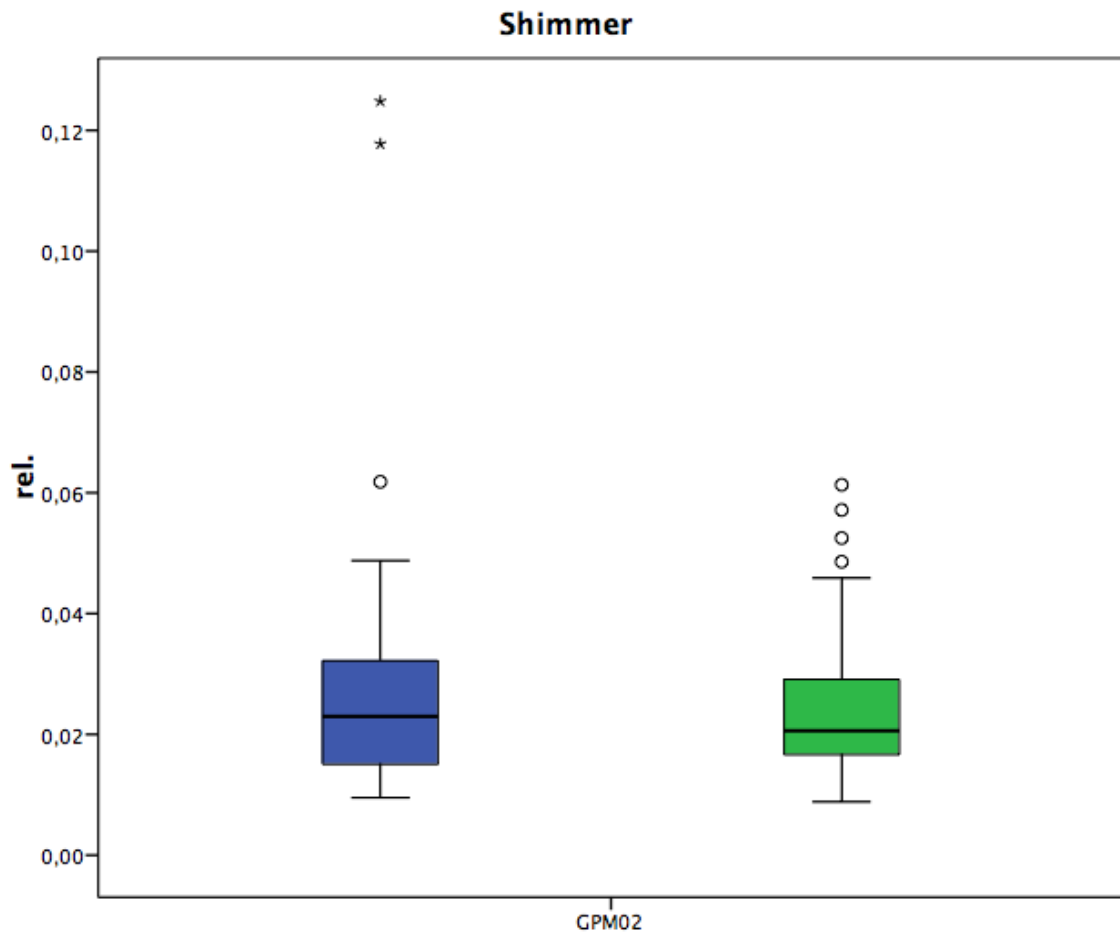


Figura 73. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa, en el caso del *shimmer*, un descenso pronunciado —el 22,2 %— en el rango intercuartílico de las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas. La homogeneidad de las muestras posteriores a la intervención es, pues, mucho más elevada que la de las previas, aunque los valores de las posteriores presentan una dispersión no muy acusada hacia el tercer cuartil que es la zona la fonación expone un comportamiento más disfuncional. En las muestras previas aparecen tres datos atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil, mientras que en las posteriores se observan cuatro datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil. Asimismo, la simetría es mayor en las muestras previas que en las posteriores.

La mediana de las muestras posteriores experimenta un descenso —el 9,1 %— respecto a la mediana de las muestras previas. Eso implica un aumento en la funcionalidad de la fonación tras la intervención. No obstante, tanto la mediana previa como la posterior a la intervención se hallan dentro de los límites normativos.

Tanto las medianas como los rangos intercuartílicos del *shimmer* ofrecen un descenso porcentual en las muestras posteriores respecto a las previas. La reducción de los rangos intercuartílicos se alinea con una mayor precisión en la estimación del descenso en la disfuncionalidad fonatoria.

En la figura 74 aparecen los gráficos de caja correspondientes a los resultados detectados en el desbalance de la masa del cuerpo.

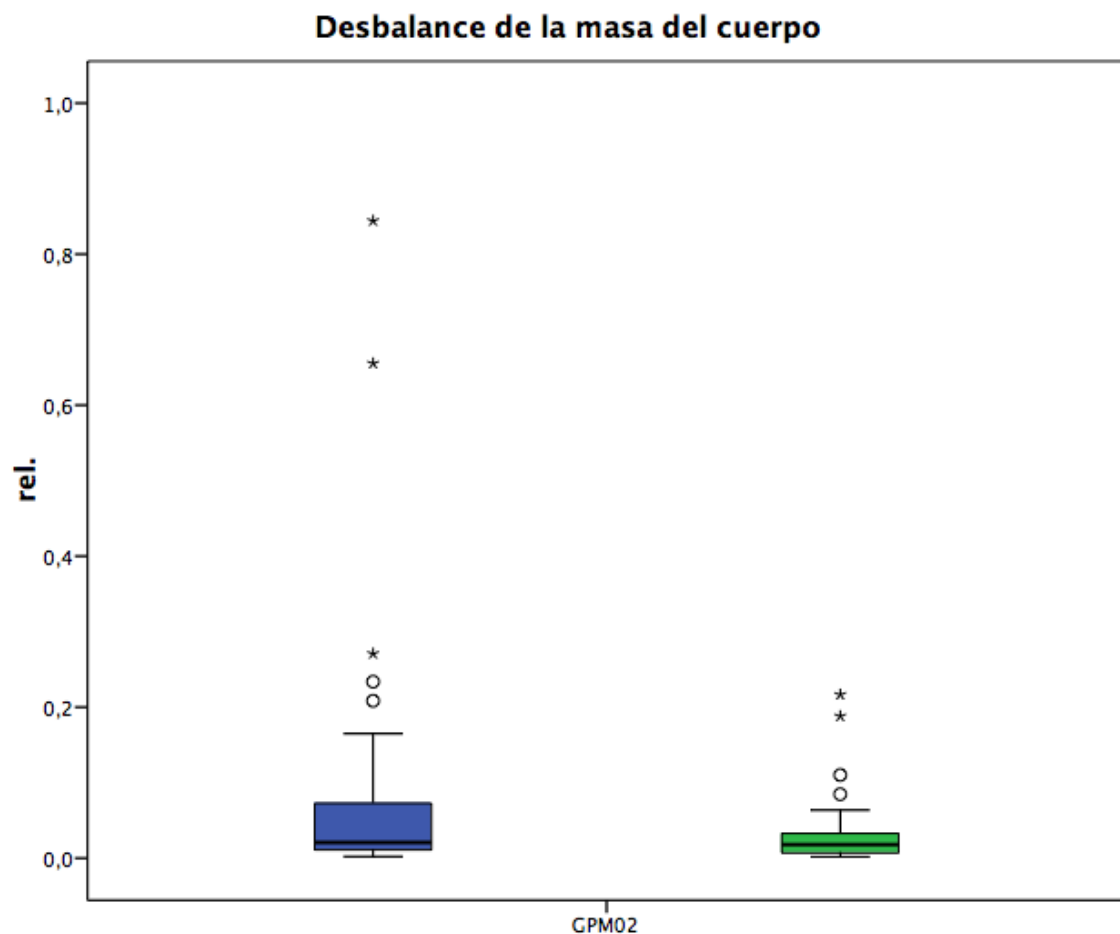


Figura 74. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo presentan una reducción notable de la dispersión de los datos —el 60 %— respecto a las muestras previas. La homogeneidad de la distribución se incrementa en las muestras posteriores, se reduce la dispersión que se observa en el tercer cuartil, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Tras la intervención la mayor parte de los datos se agrupa alrededor de la mediana y aumenta, además, la simetría. Las muestras previas ofrecen cinco valores atípicos —tres de ellos acusados— por encima del tercer cuartil; por su parte, las muestras posteriores cuatro valores atípicos —dos de ellos acusados— también por encima del tercer cuartil.

Las muestras previas a la intervención rebasan el límite superior normativo y la mediana posterior a la intervención disminuye de forma leve —un 10 %—. Esto indica una reducción en el comportamiento fonatorio disfuncional. Sin embargo, esa reducción no resulta suficiente como para que las muestras posteriores se sitúen dentro de los límites normativos. Pero lo importante es que tanto la mediana como el rango intercuartílico manifiestan un descenso porcentual, es decir, la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 75 aparecen los diagramas de caja concernientes a las muestras del desbalance de la tensión del cuerpo.

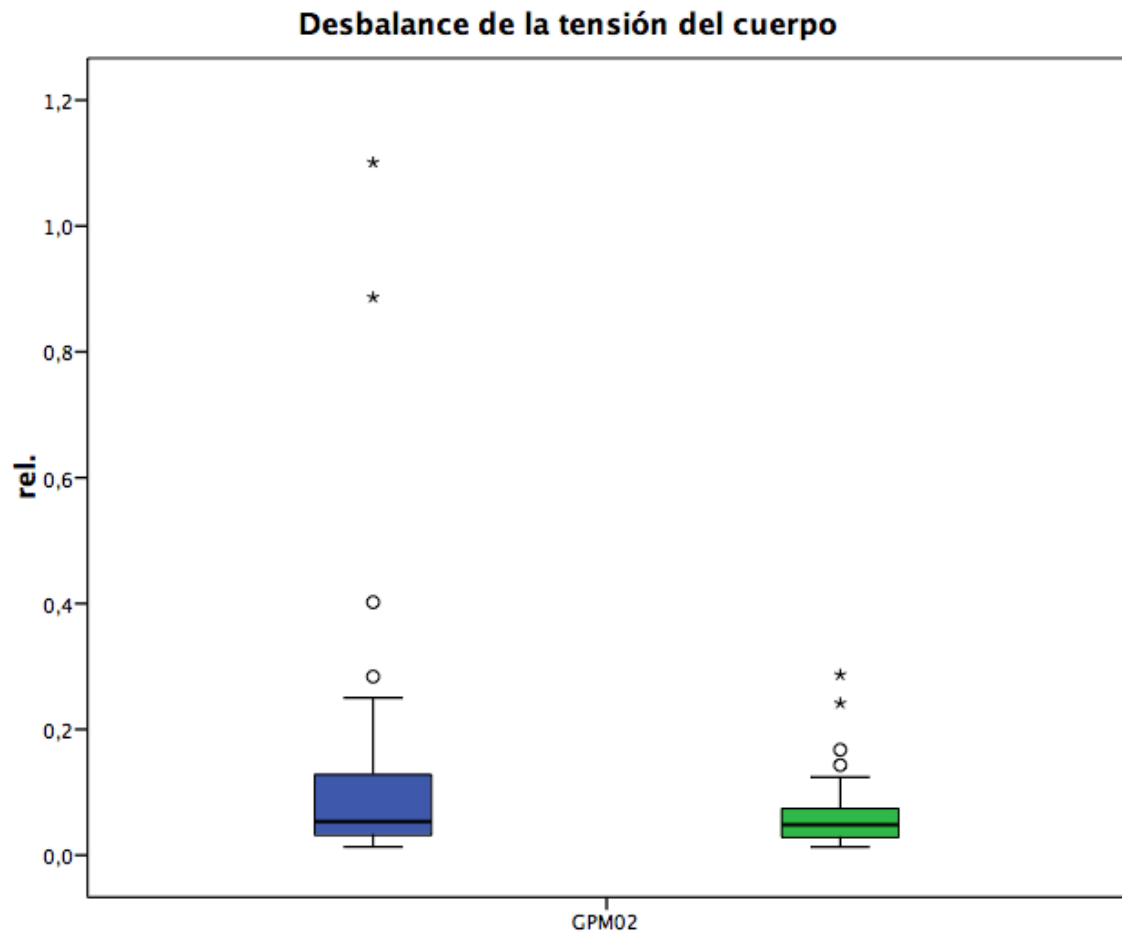


Figura 75. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Mediante la inspección de los diagramas de caja, se constata en las muestras posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo una gran reducción —el 54,8 %— de la dispersión de datos. Este comportamiento implica un incremento en la homogeneidad de dichos datos. Asimismo, se advierte una dispersión elevada de las muestras hacia el tercer cuartil, donde se sitúan los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional, en las muestras previas a la intervención. La dispersión del tercer cuartil no se observa ya en el gráfico de las muestras posteriores a la intervención que revela una gran simetría en comparación con el gráfico de las muestras previas. En el gráfico de las muestras previas a la intervención aparecen cuatro valores atípicos —dos de ellos acusados— por encima

del tercer cuartil. El gráfico de las muestras posteriores manifiestan cuatro valores atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil.

En cuanto al comportamiento de las muestras y los valores de sus medianas, la mediana posterior a la intervención desciende, aunque levemente —un 9,4 %— respecto a los valores de la mediana previa. Este descenso supone un aumento en la funcionalidad fonatoria. Tanto las muestras previas como las posteriores se encuentran por encima del límite superior normativo y eso significa que el descenso expuesto por las muestras posteriores no resulta suficiente como para que dichas muestras se sitúen dentro de los límites normativos.

Contrasta el leve descenso en la disfuncionalidad fonatoria con la elevada reducción de la dispersión de los datos. Eso indica que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

En el siguiente grafico (véase la figura 76) aparecen los diagramas de caja de las muestras previas y posteriores a la intervención relativos al desbalance de la masa de la cubierta.

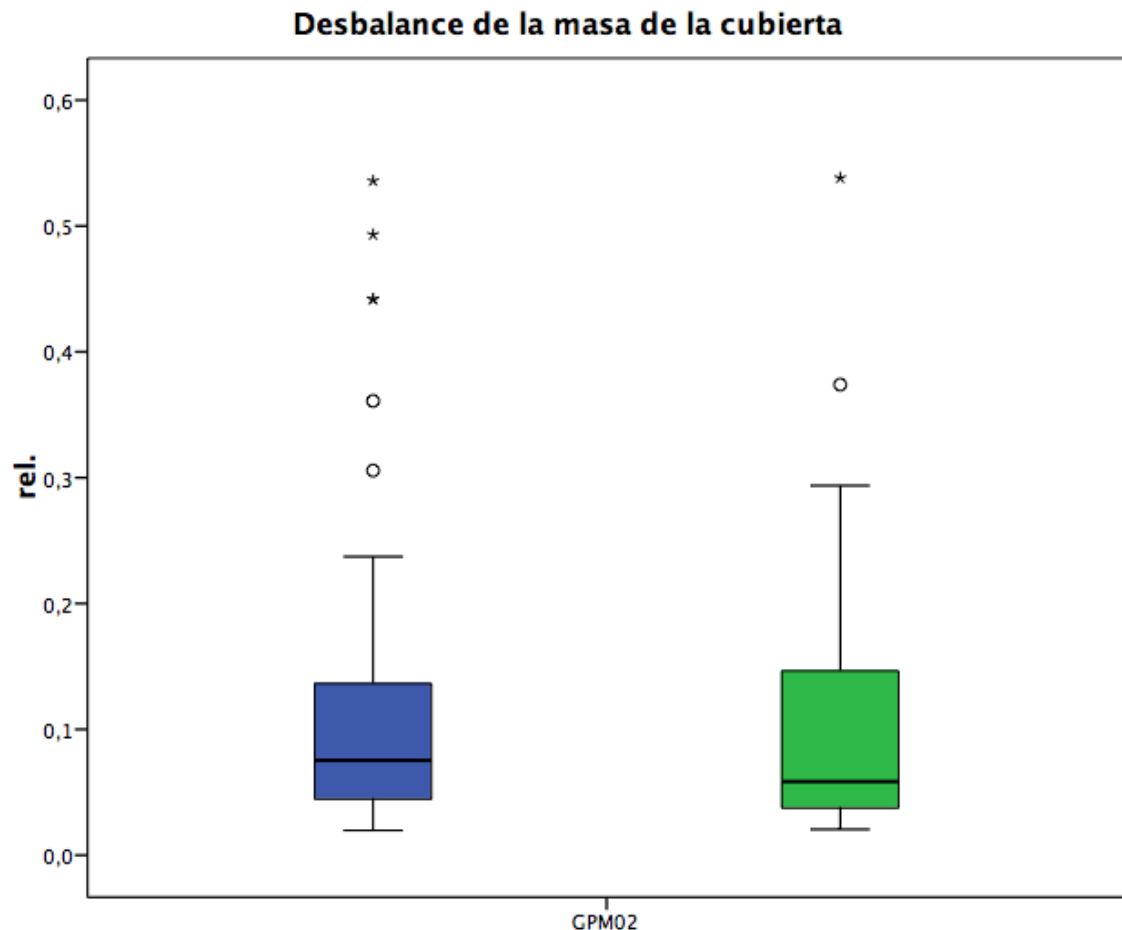


Figura 76. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El desbalance de la masa de la cubierta constata una elevación en la dispersión de datos —el 16,5 %— en las muestras posteriores respecto a las previas. Esto indica la pérdida de homogeneidad de los datos. Las muestras previas a la intervención exponen una amplia dispersión de la distribución hacia la zona del tercer cuartil, donde se sitúan los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Sin embargo, la dispersión se incrementa en las muestras posteriores a la intervención. Por tanto, resulta mayor la asimetría de la distribución en estas muestras. También se advierten cinco valores atípicos —tres de ellos acusados— por encima del tercer cuartil en las muestras previas a la intervención mientras que en las muestras

posteriores aparecen dos datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil.

En cambio, la mediana posterior a la intervención manifiesta un descenso muy pronunciado —el 22,7 %— respecto a la previa que denota un elevado aumento en la funcionalidad fonatoria. No obstante, tanto la mediana previa a la intervención como la posterior muestran valores dentro de los límites normativos.

Es decir, el valor porcentual de las medianas desciende pronunciadamente mientras que la dispersión se eleva también de manera acusada. Es decir que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

En la figura 77 aparecen los diagramas de caja relativos al desbalance de la tensión de la cubierta.

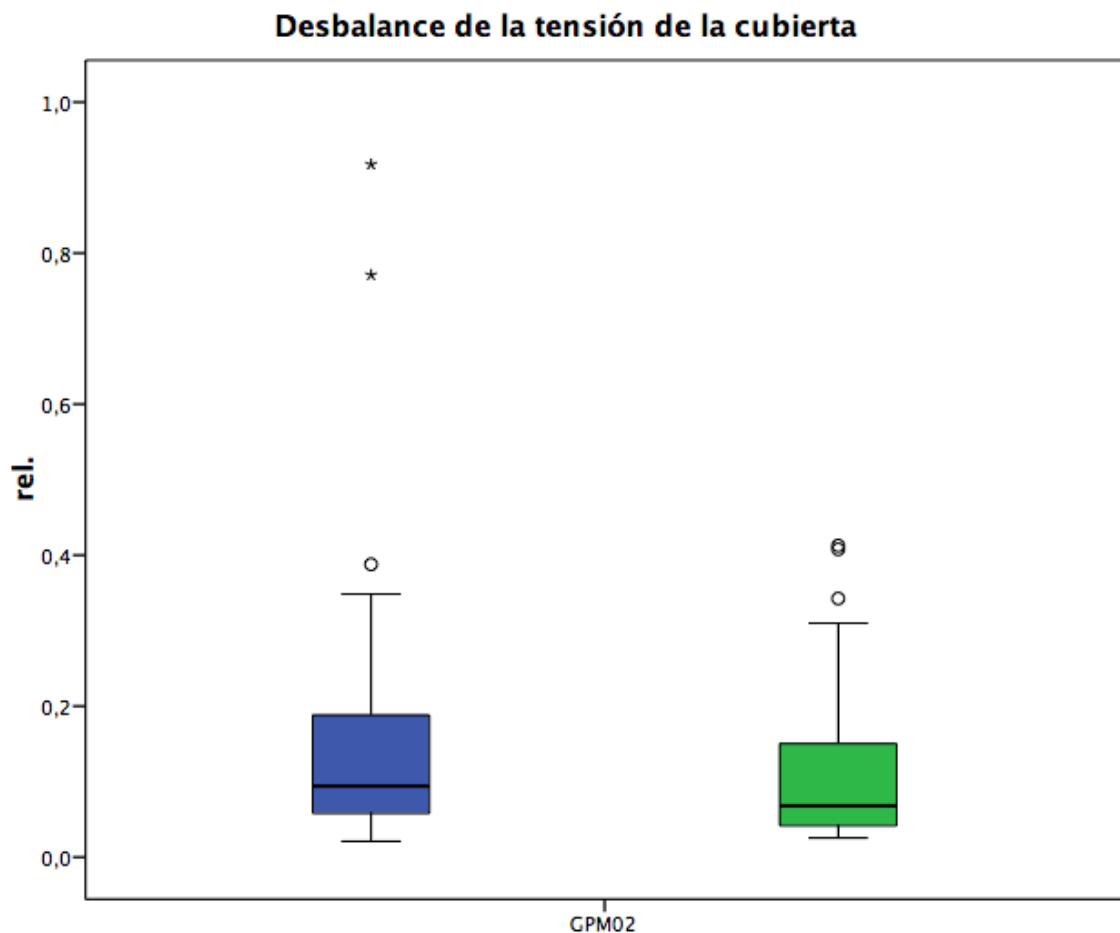


Figura 77. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa que los valores de las muestras previas a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta se encuentran más dispersos que los valores posteriores. Esto indica una mayor heterogeneidad en dichos datos. Además, este parámetro presenta una dispersión acusada hacia el tercer cuartil, la zona por encima de la mediana donde los valores revelan un índice más elevado de comportamiento disfuncional en la fonación. La dispersión impide la simetría de las muestras alrededor de la mediana. La gráfica correspondiente a las muestras posteriores a la intervención refleja una elevada reducción en la dispersión de datos—el 17,3 %—. No obstante, la dispersión hacia el tercer cuartil continúa existiendo, aunque no tan acentuada como en el caso de las muestras previas. Existen varios datos atípicos que superan el tercer cuartil tanto en las muestras previas como en las posteriores. En las previas se observan tres valores atípicos —dos de ellos acusados— y en las posteriores, tres datos atípicos moderados.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención presenta un descenso muy pronunciado —el 27,7 %— respecto a la previa. Ambos valores de mediana se encuentran dentro de los límites normativos, pero el descenso denota un aumento de la funcionalidad fonatoria.

El desbalance de la tensión de la cubierta revela que tanto el valor de la mediana posterior como el del rango intercuartílico manifiestan descensos acusados. Así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.



Con respecto al temblor fisiológico, los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención se ofrecen en la figura 78.

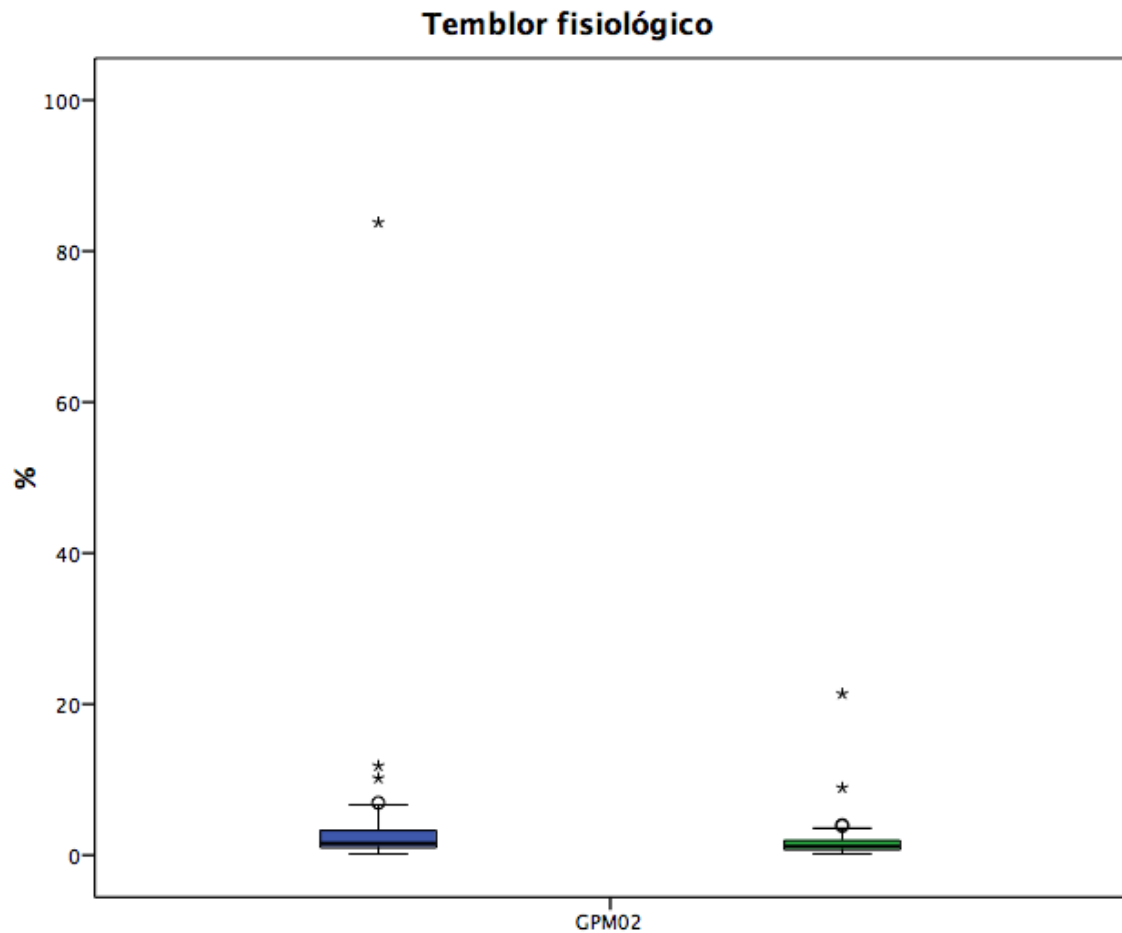


Figura 78. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas a la intervención del temblor fisiológico manifiestan una elevada dispersión en la distribución de los datos hacia el tercer cuartil, lo cual indica valores altos en dicho rasgo y un comportamiento fonatorio disfuncional. Se observa también una reducción notable de la dispersión en las muestras posteriores y el incremento en la simetría de los datos alrededor de la mediana. El descenso en la dispersión de los datos de las muestras posteriores respecto a las previas es pronunciado —el 47,6 %— y eso denota un aumento en la homogeneidad de los datos. Las muestras previas revelan cuatro datos atípicos —tres de ellos acusados— y las posteriores exponen cuatro datos atípicos —dos de ellos acusados—. Todos los datos atípicos se hallan y por encima del tercer cuartil.

Tanto la mediana de las muestras previas como la mediana de las muestras posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos. Sin embargo, la mediana posterior a la intervención desciende —el 24,5 %—, lo que confiere a estas muestras una mayor funcionalidad en el comportamiento fonatorio.

Ambos parámetros descienden. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Los gráficos de caja correspondientes al temblor neurológico se reflejan en la figura 79.

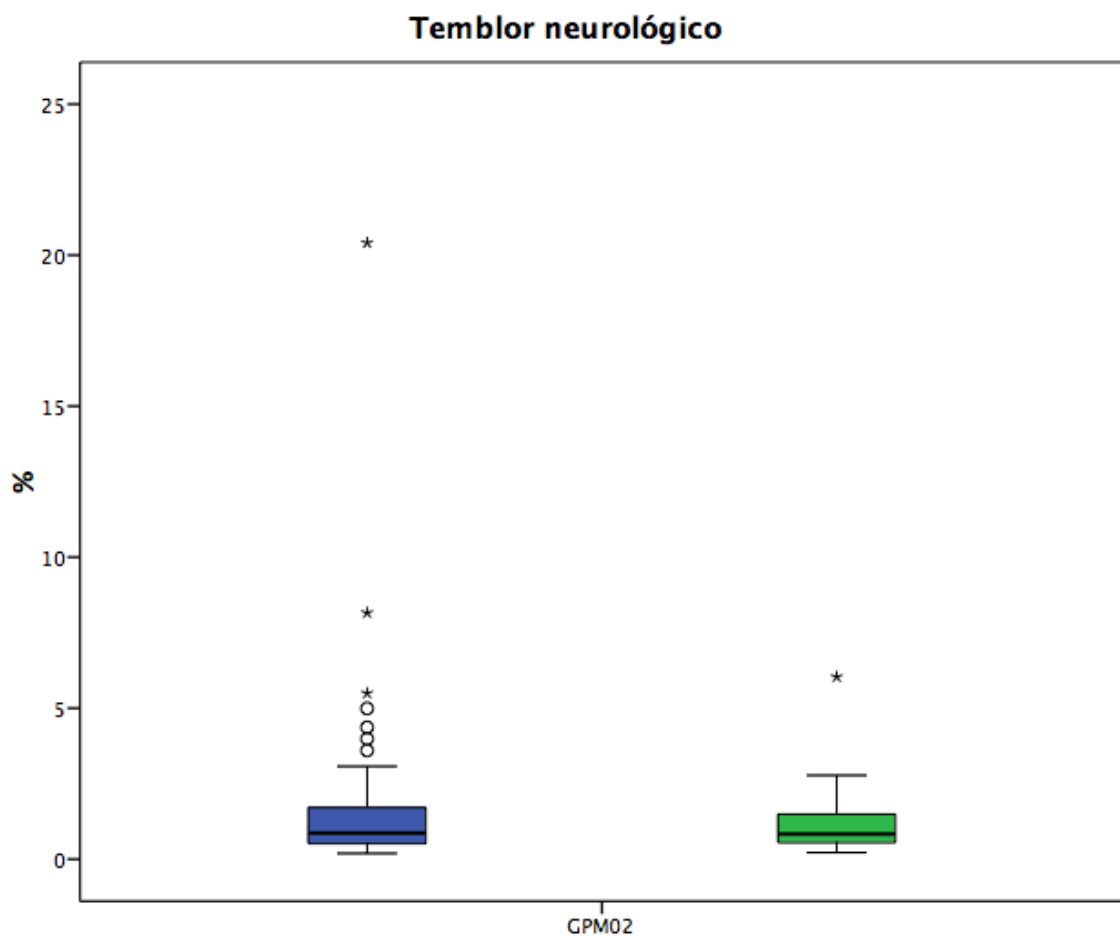


Figura 79. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El primer aspecto que destaca al examinar los diagramas de caja es el número de datos atípicos por encima del tercer cuartil que se observan en las muestras previas a la intervención. Dichas muestras revelan siete datos atípicos —tres de ellos acusados—. Las muestras posteriores manifiestan solo un dato atípico extremo por encima del tercer cuartil.

Se advierte una elevada reducción de la dispersión de datos —el 27,2 %— en las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas que apunta a una disminución en la heterogeneidad de la distribución. Las muestras previas revelan una dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, el que expresa los valores altos del rasgo analizado, que se reduce levemente en las muestras posteriores.

La mediana de las muestras previas a la intervención del temblor neurológico se encuentra por encima del límite superior normativo. La mediana de las muestras posteriores también supera dicho límite normativo aunque disminuye porcentualmente —el 3,9 %— en relación con la mediana de las muestras previas. Es decir, el aumento de la funcionalidad en el comportamiento fonatorio no resulta lo suficientemente alto como para que las muestras previas se sitúen dentro de los límites normativos.

Existe alineamiento en este rasgo, ya que ambos parámetros descienden. Eso quiere decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 80, que aparece a continuación, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al *flutter*.

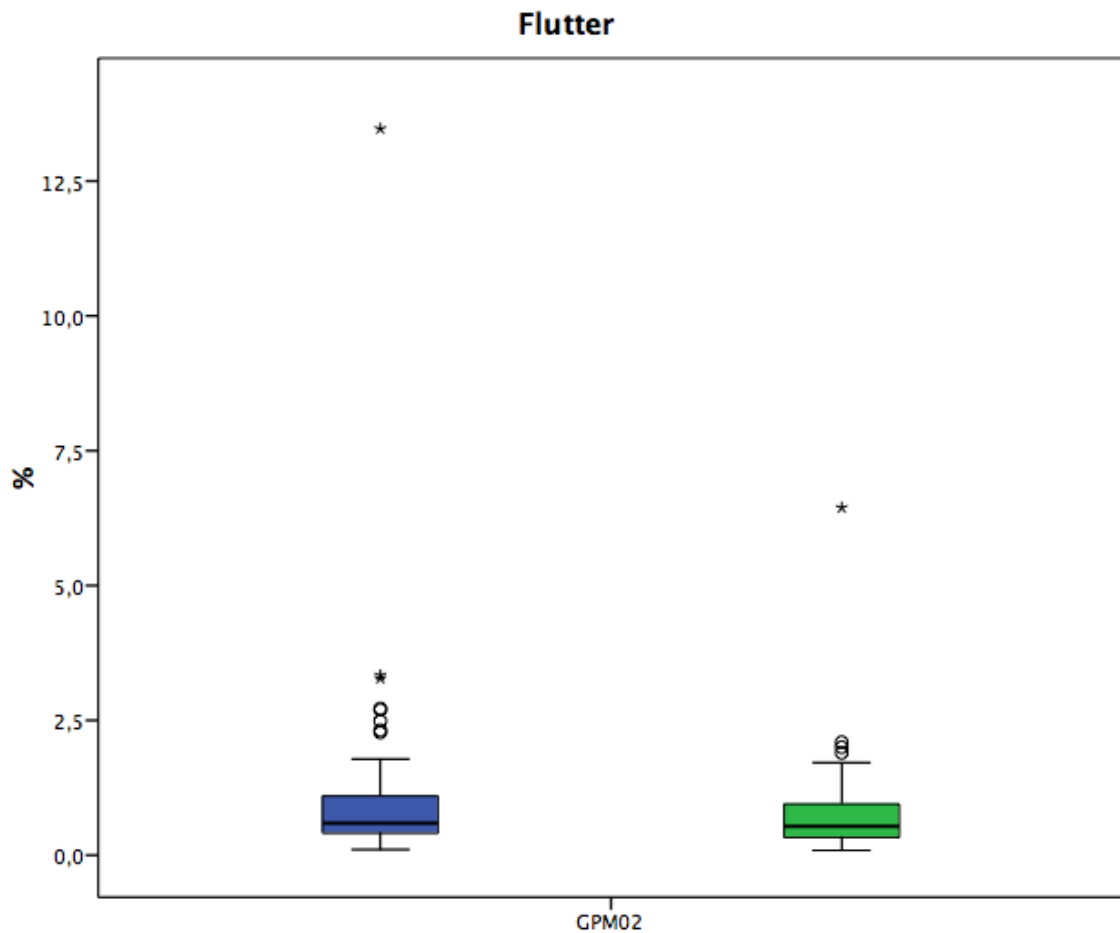


Figura 80. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Los valores de las muestras posteriores a la intervención en el rasgo del *flutter* se reducen —el 16,9 %— con respecto de las previas. Eso indica una mayor funcionalidad fonatoria en las muestras posteriores. Ambos conjuntos de muestras manifiestan una dispersión de la distribución de los datos hacia el tercer cuartil, el que expresa un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. Si bien es cierto que dicha dispersión es mucho más pronunciada en las muestras previas, también se halla presente en las posteriores, aunque estas muestras revelan una simetría ligeramente más alta. Asimismo los datos atípicos que manifiestan las muestras previas y las posteriores se encuentran por encima del tercer cuartil. En las muestras previas se

observan ocho datos atípicos —tres de ellos acusados— y en las posteriores se advierte una menor cantidad de datos atípicos, solo dos —uno de ellos acusado—.

La mediana de las muestras tanto de las previas a la intervención como de las posteriores, se encuentran dentro de los límites normativos. No obstante, la mediana de las muestras posteriores desciende —el 10,1 %— lo que denota un aumento del comportamiento funcional de la fonación.

El alineamiento del rasgo es patente puesto que los parámetros analizados descienden. La disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Por último, en la figura 81 que aparece a continuación, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor global.

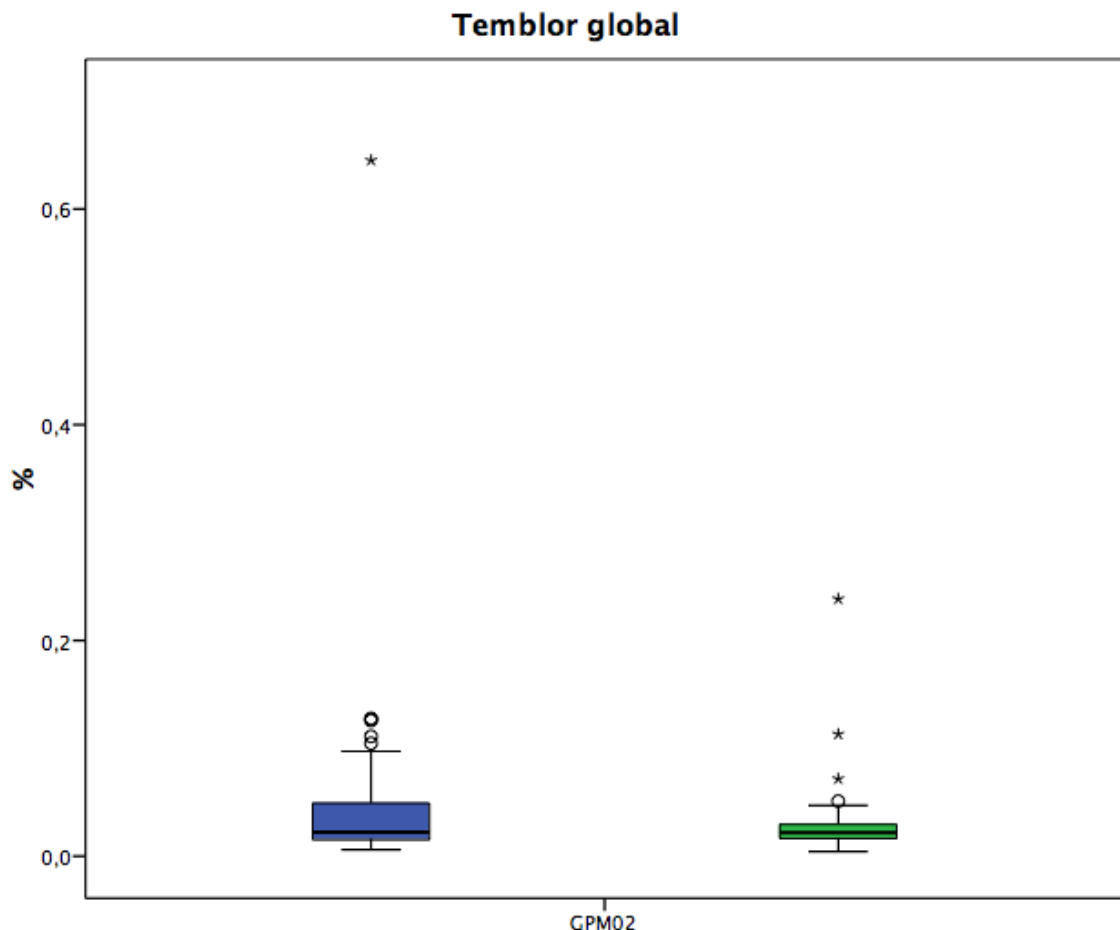


Figura 81. Caso GPM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el temblor global se advierte una gran reducción de la dispersión de datos — el 62,9 %— en las muestras posteriores a la intervención con respecto de las previas. Las muestras previas revelan una acusada dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, la zona que expresa los valores más altos de disfuncionalidad fonatoria. La dispersión se reduce en las muestras posteriores hasta el punto de que estas muestras se concentran de manera casi simétrica alrededor de la mediana. Además, tanto en las muestras previas como en las posteriores se constatan valores atípicos acusados y moderados todos por encima del tercer cuartil. En las muestras previas se observa cinco valores atípicos —uno de ellos acusado— mientras que en las posteriores aparecen cuatro valores atípicos —tres de ellos acusados—.

Los valores de las medianas de las muestras previas y de las posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos aunque estas últimas exhiben un leve descenso porcentual respecto a las primeras —el 4,5 %—. Eso indica un mayor comportamiento funcional fonatorio tras la intervención.

Como los valores de ambos parámetros —mediana y rango intercuartílico— descienden tras la intervención, se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Los resultados del análisis de la significación estadística realizado mediante el test de Wilcoxon se pueden observar en la tabla 32.

Tabla 32. Caso GPM02. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-0,562	0,574
<i>Jitter</i>	-1,487	0,137
<i>Shimmer</i>	-0,343	0,731
Desbalance de la masa del cuerpo	-1,646	0,100
Desbalance de la tensión del cuerpo	-1,656	0,098
Desbalance de la masa de la cubierta	-1,000	0,317
Desbalance de la tensión de la cubierta	-1,179	0,238
Temblor fisiológico	-1,258	0,208
Temblor neurológico	-0,492	0,622
<i>Flutter</i>	-0,363	0,717
Temblor global	-0,870	0,384

\**p* < 0,05; \*\**p* < 0,01; \*\*\**p* < 0,001

Los resultados revelan que ninguno de los análisis que relacionan las muestras anteriores con las posteriores obtiene diferencias estadísticamente significativas. La mayoría de los rasgos de esta participante se encuentran dentro de los límites normativos, tanto las muestras previas como las posteriores (véase la tabla 30). El desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo y el temblor neurológico son los rasgos cuyas muestras previas rebasan el límite normativo superior y cuyas muestras posteriores, a pesar de experimentar un descenso, tampoco consiguen situarse por debajo de dicho límite (véase la tabla 30). Este descenso no es tan grande como para que sea estadísticamente significativo.

A continuación se aplica el análisis de significación estadística sobre la globalidad de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética utilizando los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* y se observa que el valor  $z$  para los valores de estos rasgos es de  $-2,270$  y el valor  $p$  es de  $0,023$  ( $p < 0,05$ ). Si se aplica el ajuste de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se observa que la intervención no produce cambios globales estadísticamente significativos para esta sexta participante.

En cuanto al test de Wilcoxon realizado sobre los rangos intercuartílicos, el resultado que ofrece es de un valor de  $z$  igual a  $-2,497$  y un valor de  $p$  de  $0,013$  ( $p < 0,05$ ). El ajuste de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) indica que los cambios producidos por la intervención tampoco resultan estadísticamente significativos.

Se puede concluir, entonces, que la sexta participante no muestra variaciones globales estadísticamente significativas ni en la funcionalidad fonatoria, ni en la dispersión de los datos.

### Participante 7 (GPM03)

Tiene 81 años al inicio del experimento. Le diagnosticaron la enfermedad de Parkinson en 2009. Actualmente se encuentra en un grado 2 de Hoehn y Yahr<sup>60</sup>. Sufre de problemas cardíacos.

Los análisis descriptivos comienzan con la realización del test de Shapiro-Wilk. El resultado es una distribución no normal de los datos en casi todos los rasgos ( $p < 0,05$ ) a excepción de la frecuencia fundamental tanto en las muestras previas a la intervención ( $p = 0,274$ ) como en las posteriores ( $p = 0,206$ ); asimismo, del *jitter* tanto en las muestras previas a la intervención ( $p = 0,102$ ) como en las posteriores ( $p = 0,115$ ) y del temblor global en las muestras previas a la intervención ( $p = 0,190$ ). Se asume entonces la no normalidad de los datos y se procede a analizar las muestras con pruebas estadísticas no paramétricas. En este caso se recurre al test de Wilcoxon para determinar la significación estadística rasgo a rasgo. Para la valoración conjunta, se realiza, además, la corrección de Bonferroni.

En la tabla 33 se presentan los resultados de las medianas y los rangos intercuartílicos obtenidas de las grabaciones anteriores y posteriores a la intervención y se constatan las medianas que se encuentran fuera de los límites normativos, según la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis.

Tabla 33. Caso GPM03. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	176	211	21	39
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,011	0,009	0,006	0,005
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,014	0,013	0,007	0,006
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,008	0,005	0,011	0,005
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,031	0,023	0,022	0,015
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,030	0,027	0,027	0,015
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,039	0,030	0,024	0,010
Temblor fisiológico	%	1,025	0,946	1,039	0,696
Temblor neurológico	%	0,843	0,735	0,791	0,663
<i>Flutter</i>	%	0,585	0,516	0,634	0,648
Temblor global	(rel.)	0,020	0,014	0,017	0,011

<sup>60</sup> Comenzó viniendo a las sesiones sin ningún tipo de ayuda pero en otoño de 2017 ya necesitaba bastón. En ocasiones no puede acudir a la sesión porque la medicación para el Parkinson le sienta especialmente mal, siente náuseas y mareos así que debe acostarse un rato tras la toma de la medicación y, a veces, debe permanecer en cama.



Las medianas de las muestras posteriores a la intervención de casi todos los rasgos analizados presentan un descenso respecto a las muestras previas. La frecuencia fundamental es el único rasgo que experimenta un ascenso en la mediana de las muestras posteriores a la intervención. La mediana de las muestras previas es de 176 Hz mientras que la de las muestras posteriores a la intervención es de 211 Hz, así pues el incremento que suponen las muestras posteriores respecto a las previas es de 35 Hz. Aunque ambas medianas se encuentren dentro de los límites normativos, la mediana de las muestras previas a la intervención se encuentra 3 milésimas por encima del límite normativo superior que para este rasgo es de 173 Hz.

El resto de rasgos experimenta un descenso en la mediana de las muestras posteriores a la intervención respecto a las muestras anteriores a dicha intervención. La mediana de las muestras posteriores a la intervención del *jitter* cuyo valor es de 0,009 (rel.) desciende dos milésimas respecto a la mediana de las muestras posteriores a la intervención que presenta un valor de 0,011 (rel.). Las medianas de las muestras anteriores y posteriores se encuentran dentro de los límites normativos. El descenso del *shimmer* es de una milésima (rel.) entre la mediana anterior a la intervención con un valor de 0,014 (rel.) y la posterior a la intervención con un valor de 0,013 (rel.). Ambas medianas se encuentran también dentro de los límites normativos.

Los desbalances son rasgos cuyas muestras posteriores a la intervención presentan un descenso en relación con las muestras anteriores; tanto las muestras previas como las posteriores se hallan dentro de los límites normativos. El desbalance de la masa del cuerpo revela un descenso de 3 milésimas en la mediana de las muestras posteriores a la intervención con un valor de 0,005 (rel.) respecto a la mediana de las muestras posteriores con valor de 0,031 (rel.). En el desbalance de la tensión del cuerpo, el descenso de la mediana posterior a la intervención cuyo valor es de 0,023 (rel.) supone 7 milésimas de bajada (rel.) respecto a la mediana de las muestras previas con valor de 0,031 (rel.). El desbalance de la masa de la cubierta presenta tres milésimas de descenso entre la mediana de las muestras previas a la intervención con un valor de 0,030 (rel.) y la mediana de las muestras posteriores con un valor de 0,027. Y, por último, el desbalance de la tensión de la cubierta presenta un

descenso de 9 milésimas en su mediana posterior a la intervención con un valor de 0,030 (rel.) respecto a la mediana previa con valor de 0,039 (rel.).

En cuanto a los temblores fisiológico, neurológico *flutter* y temblor global, también experimentan un descenso entre las muestras anteriores y posteriores. Sin embargo, no todos los valores de las medianas se encuentran dentro de los límites normativos. En concreto, la mediana de las muestras previas a la intervención del temblor neurológico se encuentra por encima del límite normativo superior.

En el temblor fisiológico se observa un descenso de 79 milésimas entre la mediana de las muestras previas a la intervención con un valor de 1,025 % y la mediana de las muestras posteriores con un valor de 0,946 %. La mediana posterior a la intervención del *flutter* cuyo valor es de 0,516 % desciende 69 milésimas respecto a la mediana de las muestras anteriores a la intervención con un valor de 0,585 %. Además, aunque ambas medianas se encuentran dentro del rango de normalidad, la mediana de las muestras anteriores a la intervención se halla a 23 milésimas de sobrepasar el límite normativo superior que, para este rasgo es de 0,608 %. El descenso observado en el temblor global entre la mediana anterior a la intervención con un valor de 0,020 (rel.) y la posterior con un valor de 0,014 (rel.), es de 6 milésimas. La mediana de las muestras previas a la intervención se encuentra dentro de los rangos considerados normales, sin embargo, se halla a 6 milésimas de sobrepasar el límite normativo superior —0,026 (rel.)—.

Por último, el temblor neurológico es el único rasgo, como se menciona anteriormente, en el que se observa en su mediana previa a la intervención cuyo valor es de 0,843 % un incremento de 100 milésimas sobre el límite normativo superior —0,026 (rel.)—. Y, aunque la mediana posterior se encuentra dentro de los límites considerados, se queda a 8 milésimas de superar el límite normativo superior. Por otro lado, el descenso observado en la mediana posterior a la intervención es de 108 milésimas con respecto a la mediana anterior a la intervención.

En la siguiente tabla (véase la tabla 34) se disponen las diferencias porcentuales entre las muestras previas y posteriores a la intervención para las medianas y los rangos intercuartílicos.

Tabla 34. Caso GPM03. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	19,9	85,7
<i>Jitter</i>	-18,2	-16,7
<i>Shimmer</i>	-7,1	-14,3
Desbalance de la masa del cuerpo	-37,5	-54,5
Desbalance de la tensión del cuerpo	-25,8	-31,8
Desbalance de la masa de la cubierta	-10	-44,4
Desbalance de la tensión de la cubierta	-23,1	-58,3
Temblor fisiológico	-7,7	-33
Temblor neurológico	-12,8	-16,2
<i>Flutter</i>	-11,8	2,2
Temblor global	-30	-35,3

Casi todos los valores de las medianas posteriores a la intervención experimentan un descenso respecto a los valores de las previas a excepción de la frecuencia fundamental que supone un incremento del 19,9 % en las muestras posteriores. El descenso observado implica un aumento de la funcionalidad fonatoria. No se puede hablar de comportamiento disfuncional porque casi ningún rasgo presenta valores fuera de los límites normativos, ni antes ni después de la intervención, excepto en el caso del temblor neurológico. El temblor neurológico sí exhibe un resultado de disfuncionalidad en las muestras previas a la intervención porque la mediana rebasa el límite superior normativo. Tras la intervención, el descenso observado —el 12,8 %— implica una disminución del índice de disfuncionalidad fonatoria y sitúa la mediana por debajo del límite superior normativo.

Respecto al resto de rasgos, por orden de descenso porcentual se encuentra, en primer lugar, el desbalance de la masa del cuerpo que es el rasgo que mayor porcentaje de disminución exhibe —el 37,5 %—. El temblor global —con un 30 %—, el desbalance de la tensión del cuerpo —con un descenso del 25,8 %—, el desbalance de la tensión de la cubierta —con el 23,1 %— y el *jitter* —con un 18,2 %— son los rasgos que también muestran unos porcentajes de descenso importantes. El temblor neurológico —con un 12,8 %—, el *flutter* —con el 11,8 %— y el desbalance de la masa

de la cubierta —con el 10 %— son rasgos cuyo porcentaje de reducción es bastante alto. Por último, el temblor fisiológico —con el 7,7 %— y el *shimmer* —con un 7,1 %— exponen el menor porcentaje de disminución en las medianas posteriores a la intervención.

Asimismo, se observa descenso porcentual en las muestras posteriores a la intervención de los rangos intercuartílicos en casi todos los rasgos analizados. Las excepciones son el *flutter* —con un 2,2 % de incremento— y la frecuencia fundamental —con el 85,7 %— cuyas muestras posteriores revelan un incremento en la inestabilidad fonatoria.

Los rasgos que reducen la dispersión de sus valores después de la intervención son el desbalance de la tensión de la cubierta —con el 58,3 %— y el desbalance de la masa del cuerpo —con el 54,5 %—. El desbalance de la masa de la cubierta —con el 44,4 %—, el temblor global —con el 35,3 %—, el temblor fisiológico —con el 33 %— y el desbalance de la tensión del cuerpo —con el 31,8 %— muestran una gran reducción en la inestabilidad fonatoria. Por último, el *jitter* —con el 16,7 %—, el temblor neurológico —con un 16,2 %— y el *shimmer* —con un 14,3 %— son los rasgos que experimentan el menor porcentaje de descenso.

La séptima participante presenta en casi todos los rasgos analizados, un descenso en los valores de las muestras posteriores a la intervención. El único rasgo cuya mediana no se encuentra alineada completamente con el rango intercuartílico es el *flutter*. En este caso, la mediana disminuye mientras que el rango intercuartílico aumenta levemente. Eso indica que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad. En la frecuencia fundamental se observa un ascenso porcentual en ambos parámetros, lo que indica que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

El resto de rasgos manifiestan un descenso porcentual en las muestras posteriores a la intervención tanto para la mediana como para los rangos intercuartílicos. En el *jitter*, el *shimmer*, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo, el desbalance de la masa de la cubierta, desbalance de la tensión de la cubierta, el temblor fisiológico, el temblor neurológico y el temblor global se observa una mejoría fehaciente. No solo baja la mediana sino que,

además, los datos se concentran alrededor de la mediana y eso siempre es signo de mejoría. Es decir, que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Mediante los diagramas de caja que comparan las muestras previas y posteriores a la intervención de cada uno de los rasgos analizados en el presente estudio, lo que permite constatar gráficamente los cambios descritos anteriormente. En la figura 82 se reflejan los diagramas de caja concernientes a las frecuencia fundamental.

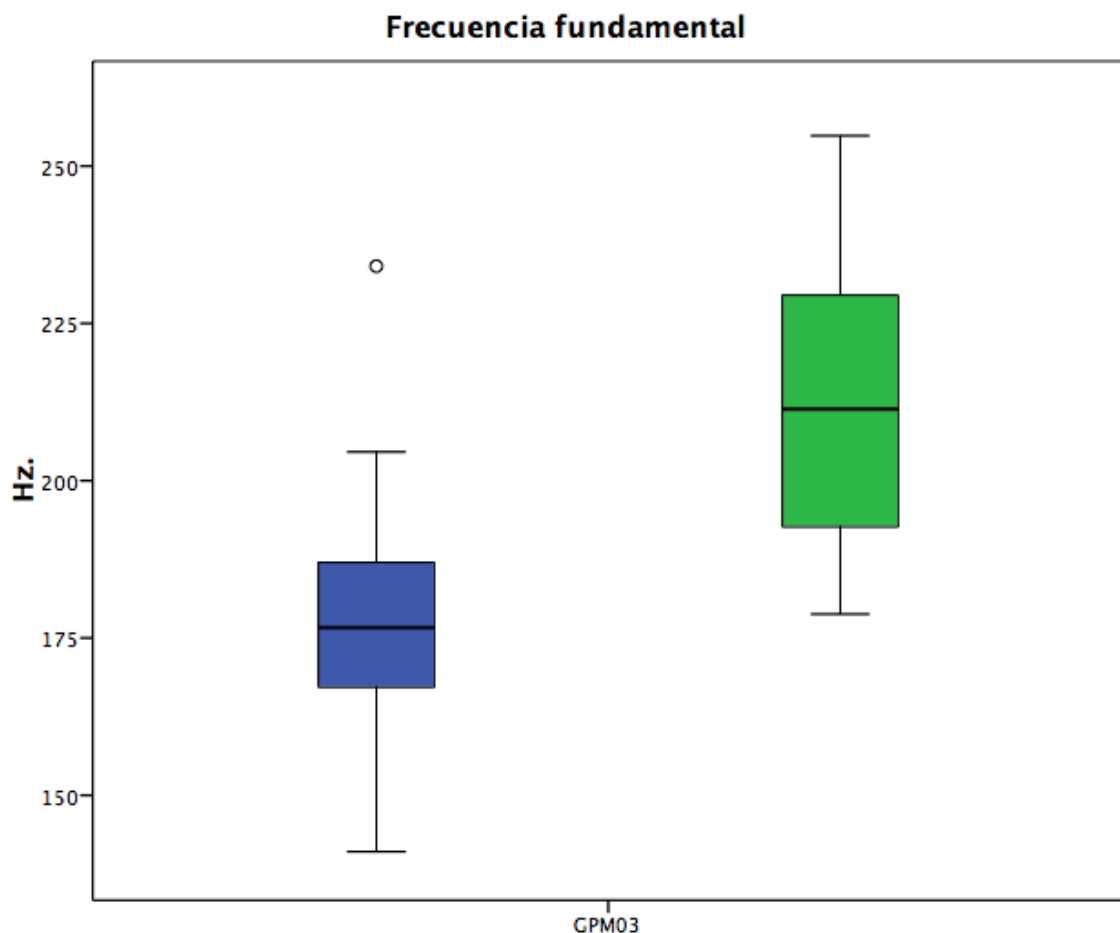


Figura 82. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa en las muestras posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental, los datos más dispersos que en las previas —el 85,7 %—, hecho que indica una mayor heterogeneidad en dichos valores. Sin embargo, tanto las muestras previas como las posteriores se sitúan alrededor de la mediana de manera bastante simétrica. Se advierte un valor atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana también aumenta de manera pronunciada en las muestras posteriores a la intervención —un 19,9 %— y eso refleja un comportamiento fonatorio mucho más disfuncional. Sin embargo, ni las muestras previas a la intervención ni las posteriores rebasan los límites normativos.

El aumento en la frecuencia fundamental indica un incremento en la disfunción fonatoria, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al *jitter*, la figura 83 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

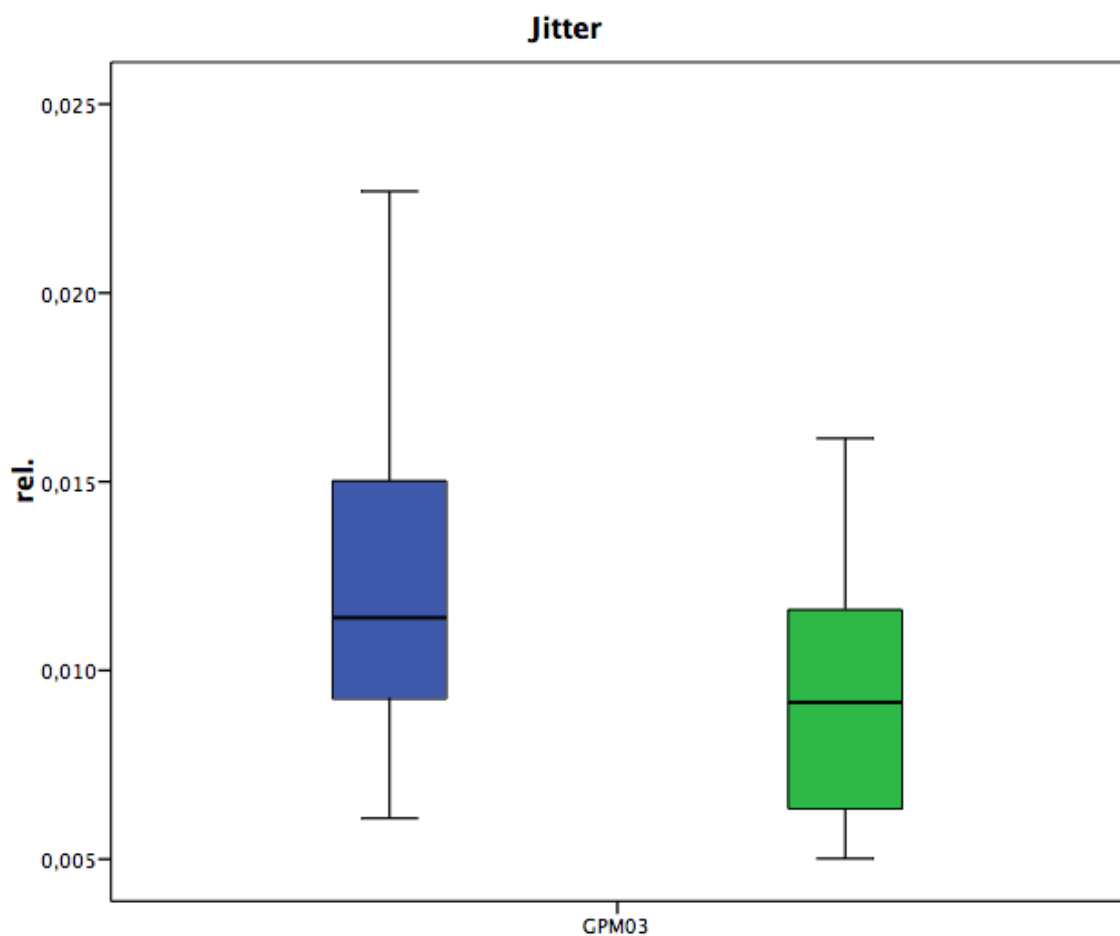


Figura 83. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del *jitter*, las muestras posteriores a la intervención reflejan un acusado descenso en el rango intercuartílico —el 16,7 %— que es signo de un incremento en la homogeneidad de la distribución. Las muestras previas revelan una cierta dispersión de los datos hacia el tercer cuartil que se corrige en las muestras posteriores, las cuales manifiestan una simetría alrededor de la mediana mucho más elevada respecto a las previas.

Las muestras posteriores a la intervención también experimentan un descenso en su mediana —el 18,2 %— respecto de la previa lo que indica un aumento en la funcionalidad fonatoria. Las muestras previas y posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

Los parámetros del rasgo se hallan alineados puesto que ambos descienden. Así pues, se puede decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 84 expone los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del *shimmer*.

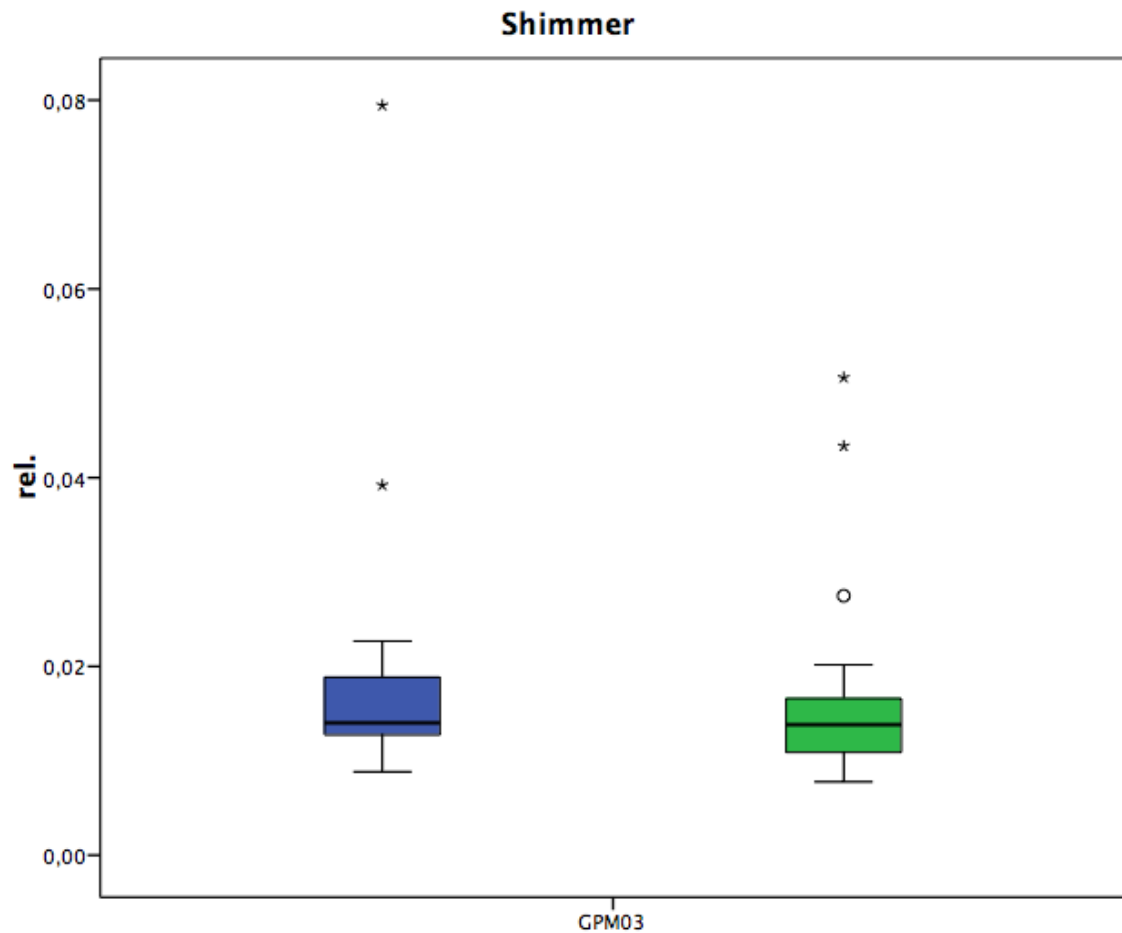


Figura 84. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Lo primero que destaca en el diagrama de caja de las muestras previas a la intervención es la asimetría en la distribución de los datos y la acusada dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, la parte que corresponde a un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. En las muestras posteriores la dispersión disminuye y la simetría es muy elevada. Además, el rango intercuartílico presenta una destacada disminución en las muestras posteriores a la intervención —el 14,3 %—. Las muestras previas ofrecen dos valores atípicos acusados por encima del tercer cuartil y las muestras posteriores revelan tres valores atípicos —dos de ellos acusados— también por encima del tercer cuartil.



La mediana de las muestras posteriores a la intervención disminuye su valor respecto a la previa —un 7,1 %—, es decir, aumenta el comportamiento funcional fonatorio. Las muestras previas y las muestras posteriores se hallan dentro de los límites normativos.

El *shimmer* es un rasgo que presenta alineamiento entre los dos parámetros objeto de análisis porque los valores porcentuales de ambos descienden tras la intervención. Es decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 85 expone los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la masa del cuerpo.

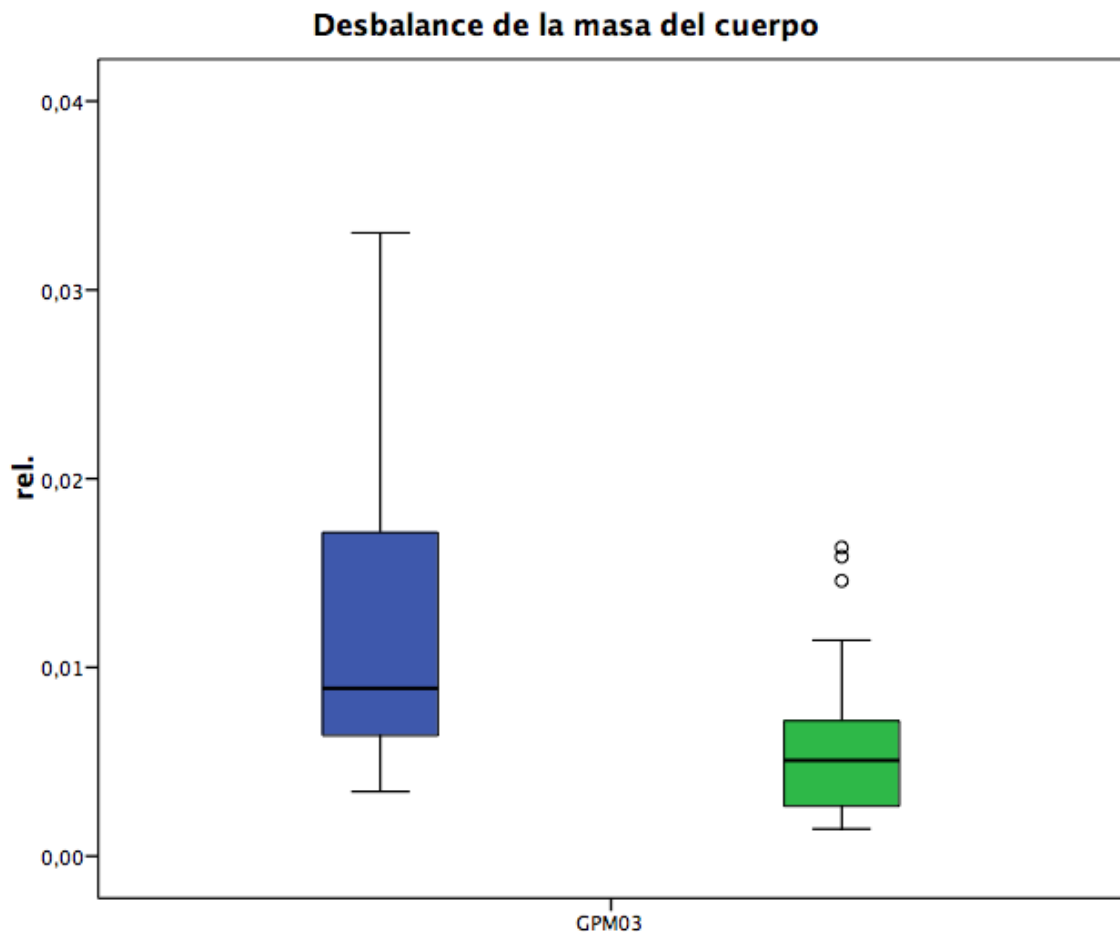


Figura 85. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Lo primero que destaca en el diagrama de cajas de las muestras previas a la intervención del temblor fisiológico es la gran asimetría en la distribución de los datos y la dispersión hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional. En cuanto las muestras posteriores a la intervención, se observa un descenso pronunciado —del 54,5 %— en el rango intercuartílico que señala un aumento en la homogeneidad de la distribución. Se observa también una notable reducción de la asimetría en las muestras posteriores y de la dispersión hacia el tercer cuartil que revelan las muestras previas. Las muestras posteriores a la intervención exhiben tres valores atípicos moderados por encima del tercer cuartil.

La mediana también desciende de manera muy acusada en las muestras posteriores a la intervención —un 37,5 %— y eso refleja un comportamiento fonatorio marcadamente más funcional aunque tanto las muestras previas a la intervención como las posteriores se hallan dentro de los límites normativos.

Los parámetros de este rasgos resultan estar alineados, el rango intercuartílico y la mediana exponen un descenso en sus muestras posteriores a la intervención, así pues, el aumento de la funcionalidad fonatoria asume una alta fiabilidad.

La figura 86 muestra el resultado de los análisis realizados para el desbalance de la tensión del cuerpo.

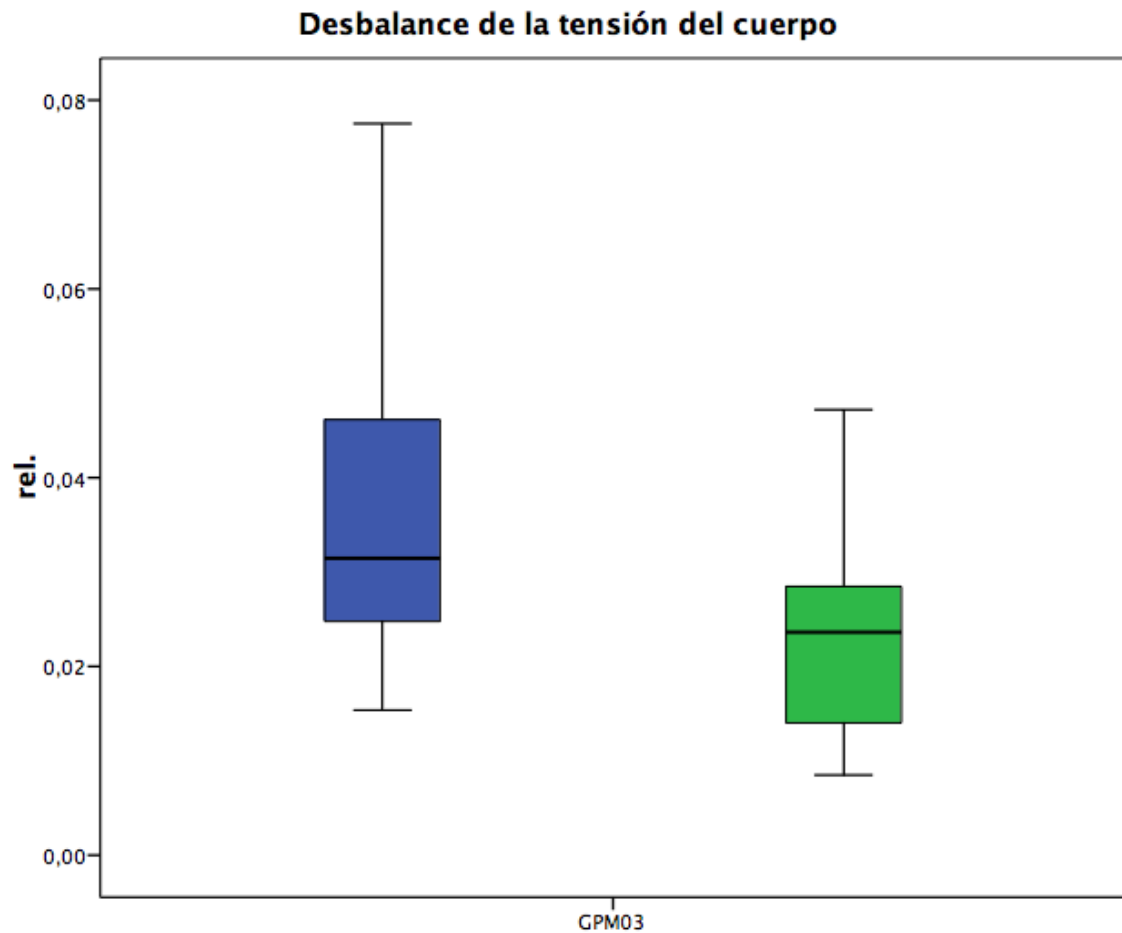


Figura 86. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo manifiestan una considerable dispersión hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional, y una extremada asimetría de la distribución. El rango intercuartílico de las muestras posteriores a la intervención revela un descenso —del 31,8 %— que denota un aumento en la homogeneidad de la distribución, así como un elevado aumento de la regularidad fonatoria. Se observa también la reducción de la dispersión del tercer cuartil que revelan las muestras previas. Sin embargo, la simetría no aumenta porque las muestras posteriores se desvían hacia el primer cuartil, por debajo de la mediana.

La mediana presenta un descenso del 25,8 % en las muestras posteriores a la intervención lo que indica un notable aumento en la funcionalidad fonatoria. Tanto los valores de la media anteriores como los posteriores a la intervención entran dentro de los valores normativos de este rasgo.

Los dos parámetros examinados descienden, lo que indica que están alineados y que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 87 muestra el resultado de los análisis realizados para el desbalance de la masa de la cubierta.

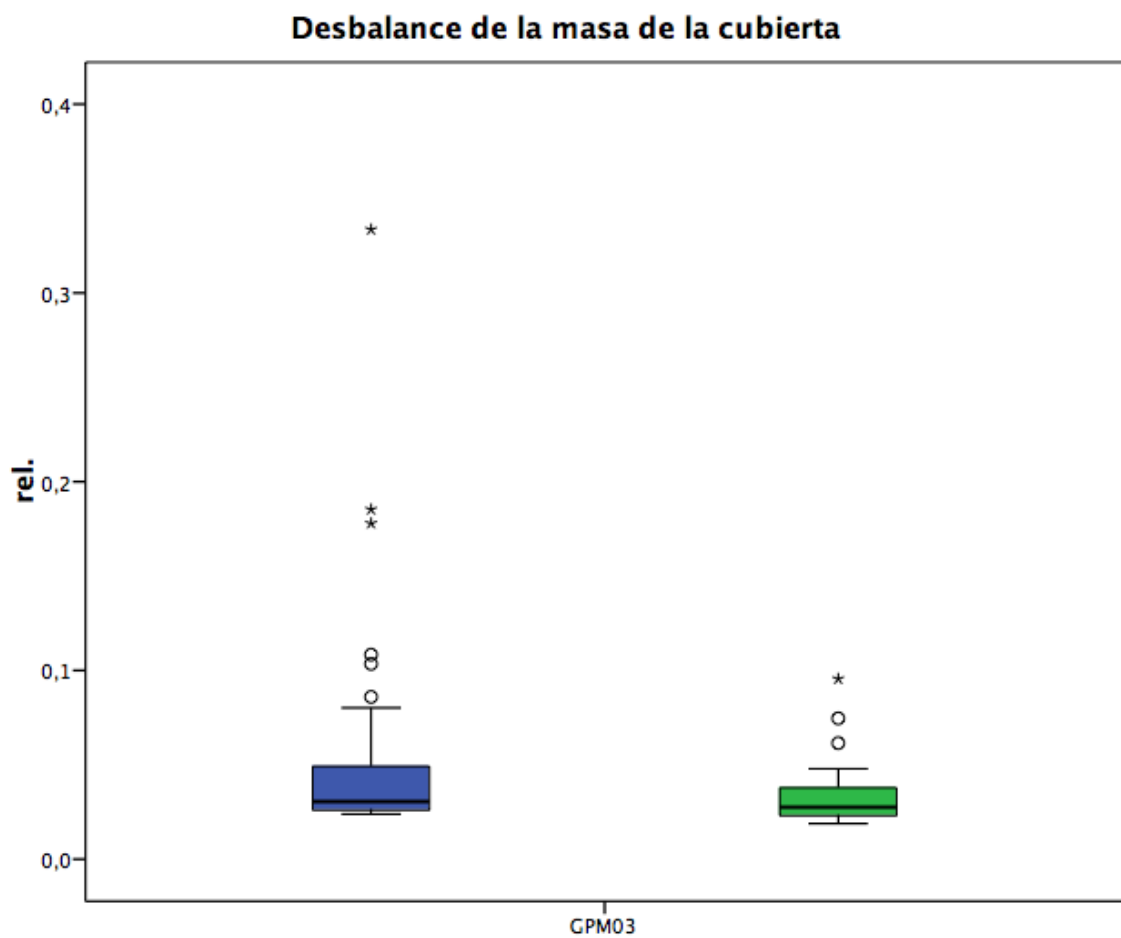


Figura 87. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el desbalance de la masa de la cubierta se observa para el diagrama correspondiente a las muestras anteriores a la intervención una importante dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, la zona donde la fonación exhibe un comportamiento más disfuncional. Como consecuencia, la asimetría que expone la distribución antes de la intervención es muy elevada. Además se advierten seis datos atípicos —tres de ellos acusados— por encima del tercer cuartil. La dispersión hacia el tercer cuartil sigue existiendo en las muestras posteriores a la intervención y, aunque se reduce notablemente, no se alcanza una simetría completa en este grupo de muestras. El rango intercuartílico manifiesta un descenso acusado en las muestras posteriores —el 44,4 %— que implica un gran incremento en la homogeneidad de la distribución. También se observa tres datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil.

Las muestras posteriores a la intervención describen un descenso en la mediana —el 10 %— que ocasiona un aumento en la funcionalidad fonatoria. No obstante, tanto la mediana de las muestras previas como la posterior a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

Los parámetros analizados presentan alineamiento puesto que ambos reducen su valor porcentual tras la intervención. Así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 88 expone los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la tensión de la cubierta.

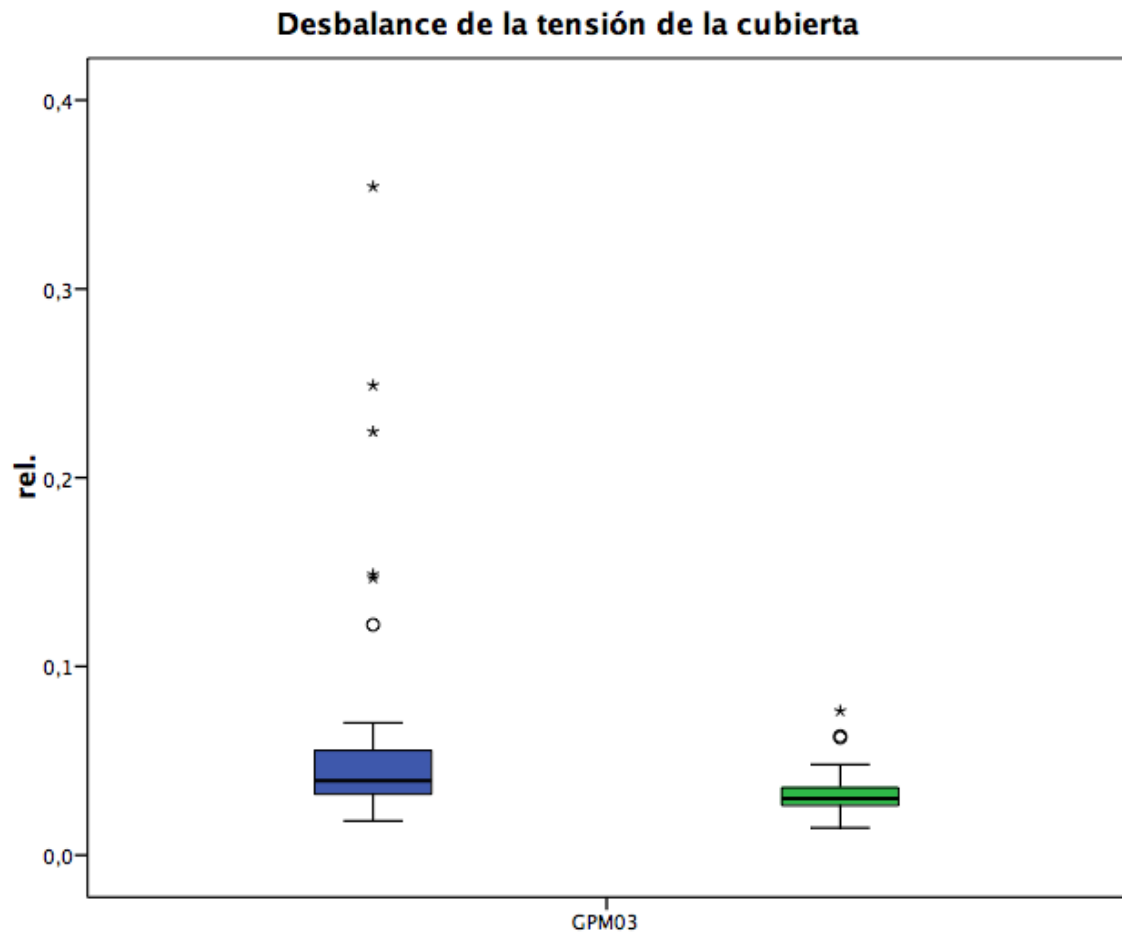


Figura 88. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del desbalance de la tensión de la cubierta se observa en estos gráficos seis datos atípicos —cinco de ellos acusados— por encima del tercer cuartil en las muestras previas y tres datos atípicos —uno de ellos acusado— en las posteriores también por encima del tercer cuartil. Los datos en las muestras previas se distribuyen de manera bastante asimétrica alrededor de la mediana con una gran dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, que es el que indica un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. El rango intercuartílico de las muestras posteriores a la intervención manifiesta un descenso muy acusado —el 58,3 %— que supone un aumento de la homogeneidad en la distribución.

Las medianas de las muestras previas y posteriores a la intervención presentan normatividad. Pero tras la intervención, la mediana revela un pronunciado descenso — el 23,1 %— que implica aumento en el comportamiento funcional de la fonación.

Ambos parámetros experimentan un descenso y se puede decir entonces, que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 89 se pueden observar los cambios descritos anteriormente reflejados en diagramas de caja concernientes al temblor fisiológico.

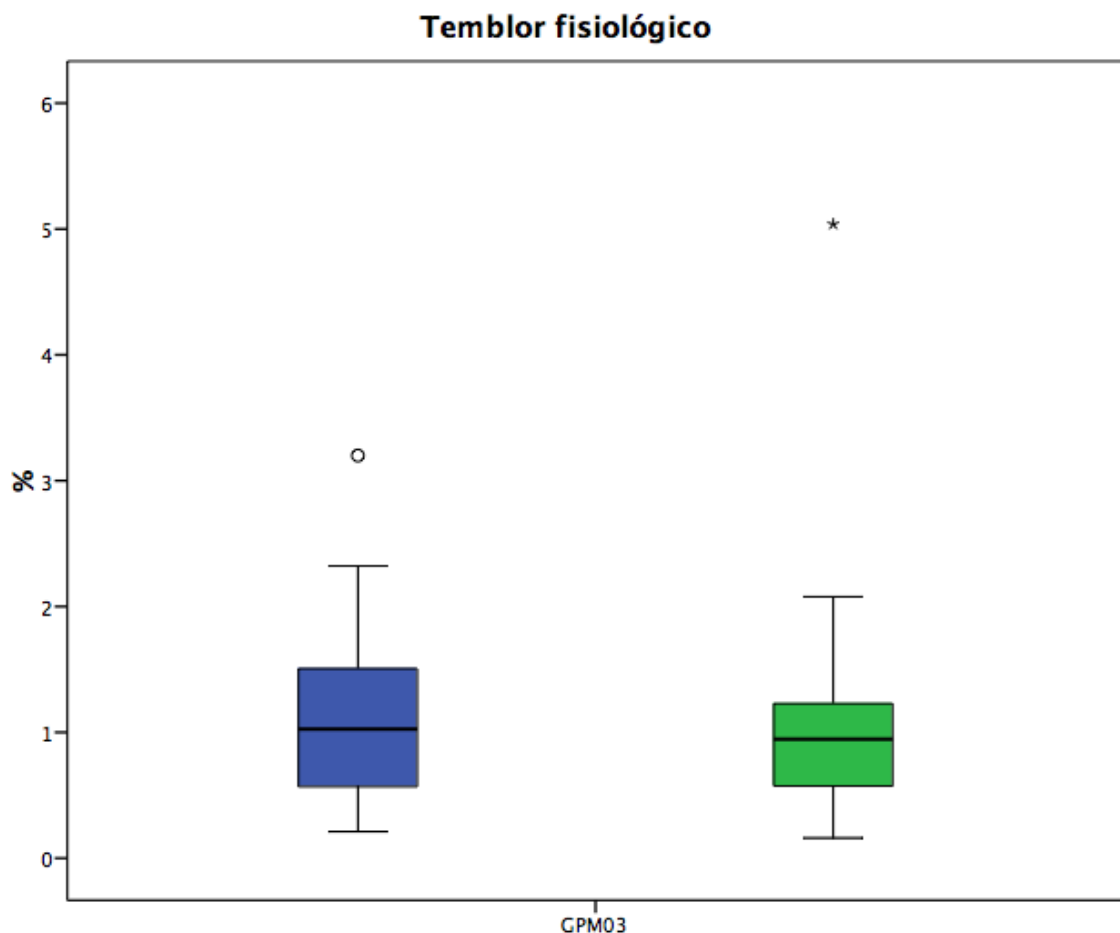


Figura 89. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se advierte en los gráficos, para el rasgo del temblor fisiológico, una disminución muy acusada en la dispersión de los datos de las muestras posteriores — un 33 %— respecto a las previas. Esto indica una mayor homogeneidad en dichos datos. Las muestras previas a la intervención presentan una gran simetría, las muestras se reparten de manera uniforme alrededor de la mediana. Se observa un

dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. En cambio, en las muestras posteriores a intervención, la dispersión de los datos se traslada al primer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un menor comportamiento disfuncional por lo que disminuye la simetría de la distribución. Las muestras posteriores revelan un dato atípico acusado por encima del tercer cuartil.

En las muestras posteriores a la intervención se advierte la disminución del valor de su mediana respecto al valor de la previa —un 7,7 %— lo que denota un aumento leve en la funcionalidad fonatoria. Ambos grupos de muestras exponen valores normativos en sus medianas.

Como los porcentajes de los parámetros de la mediana y el rango intercuartílico descienden, se encuentran alineados, la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.



A continuación, en la figura 90, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor neurológico.

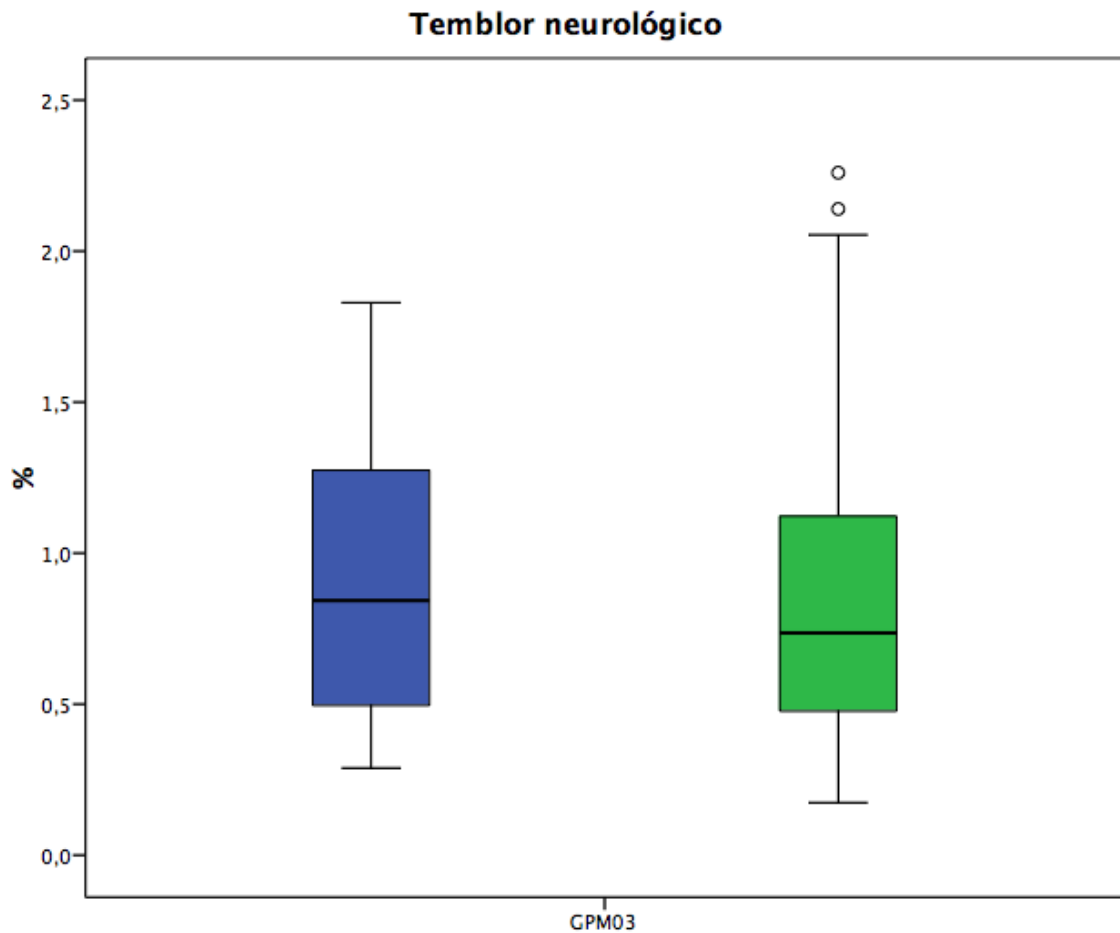


Figura 90. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En las muestras previas a la intervención del temblor neurológico se advierte que los datos se encuentran más dispersos que en las posteriores, hecho que indica una mayor heterogeneidad. Las muestras posteriores descienden ligeramente —el 16,2 %— respecto a las previas. Se señala el aumento de la homogeneidad en la distribución. Ambos conjuntos de muestras presentan una leve dispersión hacia el tercer cuartil, es decir, que los valores tienden a dispersarse hacia la zona superior por encima de la mediana revelando un índice más elevado de comportamiento fonatorio disfuncional. Además, las muestras posteriores exhiben dos valores atípicos moderados.

La mediana también desciende de manera pronunciada en las muestras posteriores a la intervención —un 12,8 %— y eso refleja un comportamiento fonatorio mucho más funcional. Las muestras previas a la intervención rebasan el límite superior normativo mientras que el descenso porcentual experimentado por las muestras posteriores sitúan a su mediana dentro de los límites normativos.

En las variaciones porcentuales observadas en los parámetros analizados existe alineamiento existe descenso tanto en la disfuncionalidad fonatoria como en la dispersión de los datos. Es decir, que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Con respecto al *flutter*, la figura 91 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención

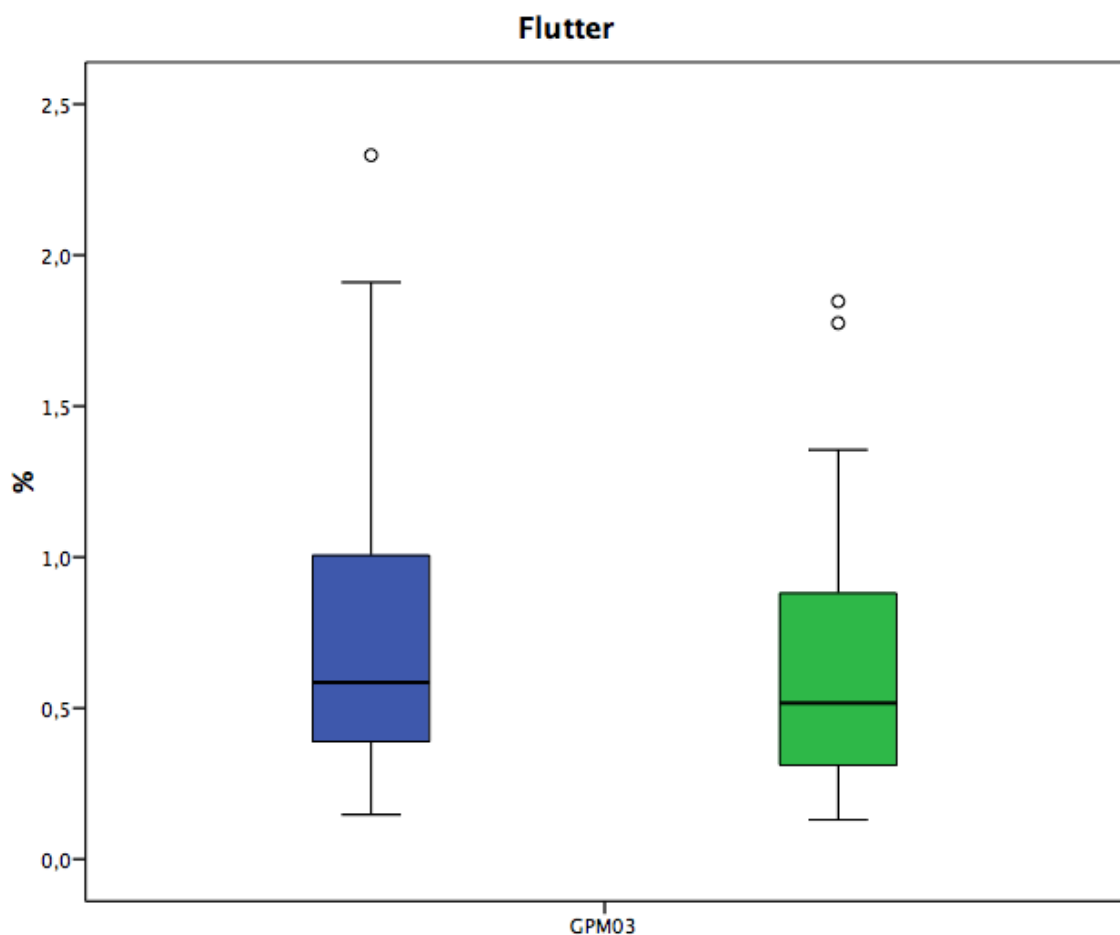


Figura 91. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El *flutter* constata la reducción en la mediana posterior a la intervención —el 11,8 %— que supone la disminución en el índice de comportamiento fonatorio disfuncional. Ni las muestras previas ni las posteriores a la intervención llegan a exceder los límites normativos.

Tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención presentan una acusada dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, la zona que expresa valores altos del rasgo. Las muestras previas revelan un dato atípico y las posteriores manifiestan dos datos atípicos, todos ellos moderados y por encima del tercer cuartil. Las muestras posteriores respecto a las previas exponen un leve incremento del rango intercuartílico —el 2,2 %— que implica algo de pérdida en la homogeneidad de la distribución.

Los parámetros no están alineados en este caso. Existe una leve reducción en el comportamiento fonatorio disfuncional pero no se puede asumir la fiabilidad de este dato.

En cuanto al temblor global, la figura 92, que aparece a continuación, expone los diagramas obtenidos.

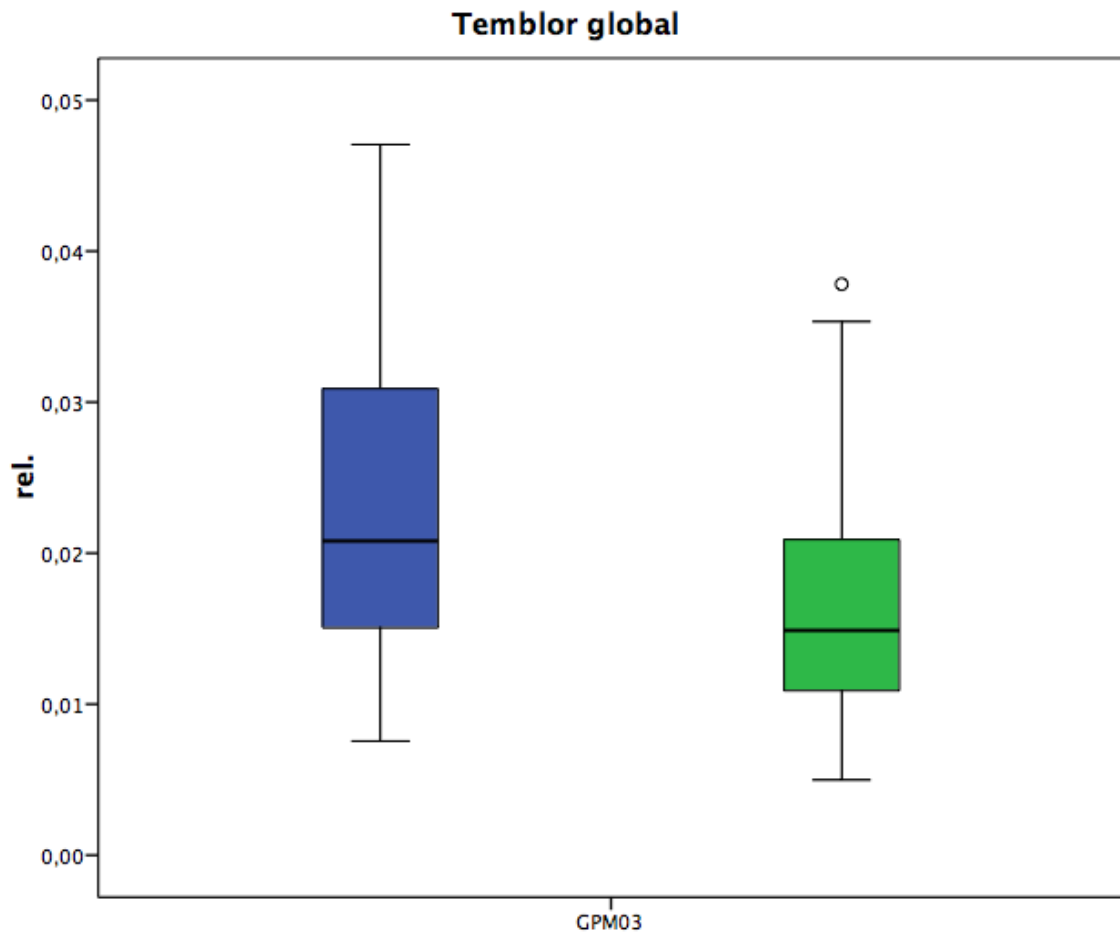


Figura 92. Caso GPM03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En las muestras previas a la intervención del temblor global se advierte que los datos se encuentran más dispersos que en las posteriores. Sin embargo, la dispersión se corrige de manera pronunciada en las muestras posteriores —un 35,3 %— hecho que indica una mayor homogeneidad en dichos datos respecto a las muestras previas. Ambos conjuntos de muestras presentan una leve dispersión hacia el tercer cuartil, es decir, que los valores tienden a dispersarse hacia la zona superior por encima de la mediana revelando un índice más elevado de comportamiento fonatorio disfuncional. La dispersión que manifiestan las muestras previas es mucho más acusada que la dispersión de las muestras posteriores. Las muestras posteriores, además, exponen un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores presenta un descenso acusado —el 30 %— respecto a la previa, lo que indica el aumento en el comportamiento funcional fonatorio. Ambas medianas se encuentran dentro de los límites normativos.

El rasgo ofrece alineamiento entre los parámetros examinados puesto que ambos descienden porcentualmente en sus muestras posteriores. Así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Como se puede observar en la tabla 35, el análisis de Wilcoxon revela si las relaciones entre las muestras anteriores y a las posteriores obtienen significación estadística.

Tabla 35. Caso GPM03. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-4,675	0,000***
<i>Jitter</i>	-2,730	0,006**
<i>Shimmer</i>	-1,402	0,161
Desbalance de la masa del cuerpo	-2,992	0,003**
Desbalance de la tensión del cuerpo	-3,067	0,002**
Desbalance de la masa de la cubierta	-2,057	0,040*
Desbalance de la tensión de la cubierta	-3,310	0,001**
Temblor fisiológico	-1,066	0,286
Temblor neurológico	-0,991	0,322
<i>Flutter</i>	-1,234	0,217
Temblor global	-2,954	0,003**

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

Según se puede observar en la tabla, la frecuencia fundamental es el único rasgo que presenta significación estadística y cuyas muestras posteriores a la intervención exhiben un ascenso respecto de las previas. No obstante, tanto los valores de la mediana previa como de la posterior se encuentran dentro de los límites normativos (véase la tabla 33).

El *jitter*, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo, el desbalance de la masa de la cubierta, desbalance de la tensión de la cubierta y el temblor global son rasgos en los que se observa un descenso en los valores de las medianas posteriores a la intervención en relación con las previas, aunque tanto sus valores previos como los posteriores se encuentran dentro de los límites normativos (véase la tabla 33). Los descensos observados en estos rasgos

resultan ser estadísticamente significativos.

El temblor fisiológico y el *flutter* también se encuentran dentro de los límites normativos, tanto antes como después de la intervención. Sin embargo, el descenso en las muestras posteriores respecto de las previas no supone una diferencia estadísticamente significativa.

Resulta singular el hecho de que el temblor neurológico no presente diferencias estadísticamente significativas entre los valores previos y posteriores, a pesar de que es el único rasgo cuyo valor de la mediana previo a la intervención excede el límite normativo superior mientras que la mediana posterior manifiesta un descenso que la sitúa por debajo de dicho límite normativo (véase la tabla 33).

A continuación se realiza un test de Wilcoxon con los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* sobre la globalidad de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética —es decir, todos ellos a excepción de la frecuencia fundamental— para determinar si la intervención tiene un efecto sobre la significación estadística. Se advierte que el valor  $z$  para los valores de los rasgos es de -5,950 y el valor  $p$  es  $< 0,001$ . Aplicando el ajuste de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se observa que la intervención sí produce cambios significativos globales. Como dichos cambios consisten en el descenso de las medianas de las muestras posteriores (véase la tabla 33), se produce un descenso estadísticamente significativo en la disfunción fonatoria tras la intervención.

Después se efectúa otro test sobre los rangos intercuartílicos y el resultado ofrece un valor de  $z$  igual a -2,043 y un valor de  $p$  de 0,041 ( $p < 0,05$ ). La corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) confirma que no existe significación estadística en los cambios globales de los rangos intercuartílicos.

La séptima participante muestra, entonces, significación estadística en las variaciones globales de las medianas, pero no en la dispersión de los datos.

**Participante 8 (GPM04)**

Tiene 73 años al inicio del experimento. Le diagnosticaron la enfermedad de Parkinson en 2012. Presenta un grado 1 de Hoehn y Yahr. También sufre de síndrome de Sjögren desde hace 20 años, de reuma y de fibromialgia.

El test de Shapiro-Wilk muestra que ciertos rasgos ofrecen distribuciones no normales ( $p < 0,05$ ). En cambio, presentan valores de distribución normal los rasgos de frecuencia fundamental en sus muestras previas ( $p = 0,605$ ) y posteriores a la intervención ( $p = 0,996$ ); el *jitter* previo ( $p = 0,394$ ) y el posterior a la intervención ( $p = 0,234$ ); el *shimmer* previo ( $p = 0,054$ ) y posterior a la intervención ( $p = 0,867$ ); el desbalance de la tensión del cuerpo tanto previa ( $p = 0,642$ ) como posterior a la intervención ( $p = 0,057$ ); el desbalance de la masa de la cubierta previa a la intervención ( $p = 0,215$ ); el desbalance de la tensión de la cubierta previa a la intervención ( $p = 0,519$ ); el temblor neurológico previo a la intervención ( $p = 0,212$ ) y el *flutter* previo a la intervención ( $p = 0,480$ ). Se asume entonces la no normalidad de los datos y por ello se aplican pruebas no paramétricas para el análisis estadístico como son el test de Wilcoxon para determinar la significación estadística rasgo a rasgo y la corrección de Bonferroni para la valoración conjunta.

En la siguiente tabla (véase la tabla 36) se observan los resultados de las medianas y los rangos intercuartílicos obtenidos de las grabaciones anteriores y posteriores a la intervención y se marcan aquellas medianas que se encuentran fuera de los límites normativos, según la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis.

Tabla 36. Caso GPM04. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	191	176	19	27
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,005	0,006	0,001	0,002
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,011	0,014	0,004	0,006
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,001	0,002	0,001	0,003
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,012	0,014	0,004	0,008
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,029	0,032	0,009	0,013
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,027	0,029	0,006	0,008
Temblor fisiológico	%	0,586	0,661	0,323	0,843
Temblor neurológico	%	0,338	0,397	0,249	0,538
<i>Flutter</i>	%	0,283	0,271	0,263	0,370
Temblor global	(rel.)	0,010	0,010	0,007	0,013

Cabe destacar que todos los valores se encuentran dentro los límites normativos tanto antes como después de la intervención para esta participante. Además, destaca que en casi todos los rasgos —excepto en la frecuencia fundamental y en el *flutter*— se observa un incremento de la mediana de las muestras posteriores a la intervención respecto a la mediana de las muestras previas. La mediana de las muestras posteriores de la frecuencia fundamental cuyo valor es de 176 Hz, presenta un descenso de 15 Hz respecto a las muestras previas a la intervención con un valor de 191 Hz. Asimismo, tras el descenso, el valor de la mediana posterior a la intervención se encuentra 3 Hz por encima del límite inferior normativo, que para este rasgo es de 173 Hz. El *flutter* es el otro rasgo que presenta un descenso en la mediana posterior a la intervención. El valor de la mediana previa a la intervención es de 0,283 % mientras que el valor de la mediana previa es de 0,271 %, es decir, el descenso de la mediana posterior a la intervención supone 12 milésimas.

En cuanto al resto de los rasgos analizados en el presente estudio, el *jitter* aumenta 1 milésima (rel.) en la mediana de las muestras posteriores a la intervención —cuyo valor es de 0,006 (rel.)— respecto a la mediana de las muestras previas —cuyo valor es de 0,005 (rel.)—. Tanto la mediana anterior como la posterior a la intervención se hallan muy cercanas al límite inferior normativo que, para este rasgo, es de 0,002 (rel.). La mediana anterior a la intervención se distancia 3 milésimas de dicho valor, mientras que la mediana posterior se encuentra a 4 milésimas. El *shimmer* presenta un incremento de 3 milésimas en la mediana de las muestras posteriores a la intervención —cuyo valor es de 0,014 (rel.)— respecto a la mediana de las muestras previas —cuyo



valor es de 0,011 (rel.)—. La mediana previa a la intervención se encuentra, asimismo, a 5 milésimas del límite inferior normativo que, para este rasgo, es de 0,006 (rel.).

Los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y la cubierta también presentan ascensos en sus medianas posteriores a la intervención. El desbalance de la masa del cuerpo que manifiesta un valor de 0,001 (rel.) para la mediana de las muestras previas a la intervención y de 0,002 (rel.) para la mediana de las muestras posteriores, se incrementa 1 milésima (rel.). Para este rasgo implica un aumento del doble del valor de las muestras posteriores. La mediana posterior a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo —0,014 (rel.)— aumenta dos milésimas respecto a la mediana de las muestras previas —0,012 (rel.)—. El desbalance de la masa de la cubierta presenta un aumento de 3 milésimas en la mediana de las muestras posteriores a la intervención —0,032 (rel.)— respecto a la mediana posterior —0,029 (rel.)—. En el último rasgo de los desbalances, el desbalance de la tensión de la cubierta, las muestras posteriores —0,029 (rel.)— aumentan 2 milésimas respecto a las muestras posteriores a la intervención —0,027 (rel.)—.

En cuanto a los rasgos relativos a los temblores, el temblor fisiológico experimenta un incremento de 75 milésimas en la mediana de las muestras posteriores a la intervención cuyo valor es de 0,661 % respecto a las muestras previas con un valor de 0,586 %. El temblor neurológico muestra un incremento en la mediana posterior a la intervención —0,397 %— de 59 milésimas respecto a la mediana anterior —0,338 %—. Por último, el temblor global no presenta variación entre las muestras previas —0,010 (rel.)— y las posteriores.

En la siguiente tabla (véase la tabla 37) se disponen las diferencias porcentuales entre las muestras previas y posteriores a la intervención para las medianas y los rangos intercuartílicos.

Tabla 37. Caso GPM04. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	-7,9	42,1
<i>Jitter</i>	20	100
<i>Shimmer</i>	27,3	50
Desbalance de la masa del cuerpo	100	200
Desbalance de la tensión del cuerpo	16,7	100
Desbalance de la masa de la cubierta	10,3	44,4
Desbalance de la tensión de la cubierta	7,4	33,3
Temblor fisiológico	12,8	161
Temblor neurológico	17,5	116,1
<i>Flutter</i>	-4,2	40,7
Temblor global	0	85,7

La mayoría de los rasgos de esta octava voluntaria experimentan un ascenso en los valores de las medianas posteriores con respecto a las medianas previas, es decir, aumenta el comportamiento fonatorio disfuncional. No obstante, tanto las muestras previas como las posteriores se encuentran dentro de los límites normativos. Las excepciones son la frecuencia fundamental —que disminuye un 7,9 %— y el *flutter* —con un 4,2 % de descenso—. En estos dos rasgos, aumenta la funcionalidad fonatoria.

El desbalance de la masa del cuerpo es el rasgo que aumenta notablemente en las muestras posteriores a la intervención —el 100 %—. Los rasgos que siguen a este presentan descensos pronunciados aunque no tan grandes como el anterior. Por orden de descenso de mayor a menor se encuentran el *shimmer* —que aumenta un 27,3 %—, el *jitter* —un 20 %—, el temblor neurológico —un 17,5 %—, el desbalance de la tensión del cuerpo —un 16,7 %—, el temblor fisiológico —un 12,8%—, el desbalance de la masa de la cubierta —un 10,3 %— y el desbalance de la tensión de la cubierta —un 7,4 % de incremento—. El temblor global no presenta porcentaje de variación.

En cuanto a las medidas de dispersión, todos los rasgos revelan ascensos en las muestras posteriores a la intervención. Ciertos rasgos exponen unos porcentajes de ascenso extremadamente acusados como son el desbalance de la masa del cuerpo que alcanza el 200 % de incremento, el temblor fisiológico —con el 161 %—, el temblor

neurológico —con un 116,1 %—, el desbalance de la tensión del cuerpo —con el 100 %— el *jitter* —con un 100 %— y el temblor global —con un 85,7 %—. El resto de rasgos revelan incrementos pronunciados. El *shimmer* —con el 50 % de aumento—, el desbalance de la masa de la cubierta —con un 44,4 %—, la frecuencia fundamental —con el 42,1 %—, el *flutter* —con el 40,7 %— y el desbalance de la tensión de la cubierta —con un 33,3 % de descenso—.

Esta participante presenta una gran similitud entre la información que muestran las medianas y los rangos intercuartílicos, los valores de casi todos ellos ascienden tras la intervención. Los únicos rasgos que resultan ser diferentes son la frecuencia fundamental y el *flutter*. En ambos rasgos se advierte un descenso porcentual en las medianas posteriores a la intervención. En cambio, en ambos casos la dispersión de los datos se incrementa tras la intervención, lo que resta fiabilidad al descenso de la frecuencia fundamental y del *flutter*.

Todos los demás rasgos expresan porcentajes ascendentes en las medianas y los rangos intercuartílicos. Es decir, que el ascenso que se observa en las medianas de estos rasgos tampoco resulta fiable.

Los cambios producidos en los rasgos se pueden observar gráficamente en los diagramas de caja que comparan las muestras previas y posteriores a la intervención. En la figura 93 aparecen los diagramas de caja de la frecuencia fundamental.

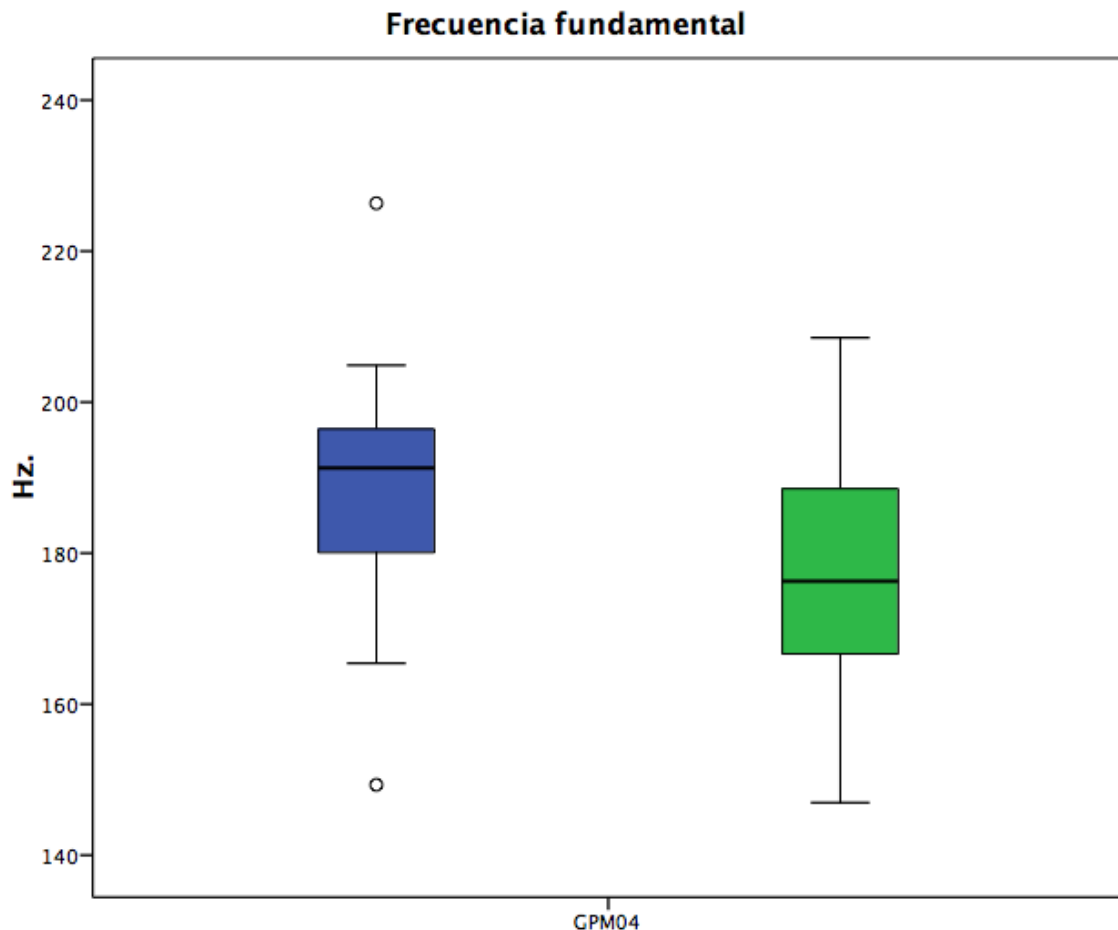


Figura 93. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa que las muestras previas exponen una fuerte dispersión de la distribución hacia el primer cuartil, es decir, donde los datos expresan los valores más bajos del rasgo. Además, aparecen dos datos atípicos moderados, uno de ellos por encima del tercer cuartil y el otro por debajo. En las muestras posteriores, en cambio, se disponen las muestras de forma casi simétrica y se reduce la dispersión hacia el primer cuartil que presentan las muestras previas. Sin embargo, en las muestras posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental, los datos se encuentran muchísimo más dispersos que en las previas —el 42,1 %—, hecho que indica una mayor heterogeneidad de dichos datos en las muestras posteriores.

La mediana también aumenta de manera pronunciada en las muestras posteriores a la intervención —un 7,9 %—. Sin embargo, ni las muestras previas a la intervención ni las posteriores rebasan los límites normativos.

Las variaciones porcentuales observadas en los parámetros analizados no se encuentran alineadas porque mientras que el valor de la mediana en las muestras posteriores disminuye ligeramente, el de la dispersión de los datos se incrementa. Es decir, que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al *jitter*, la figura 94 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

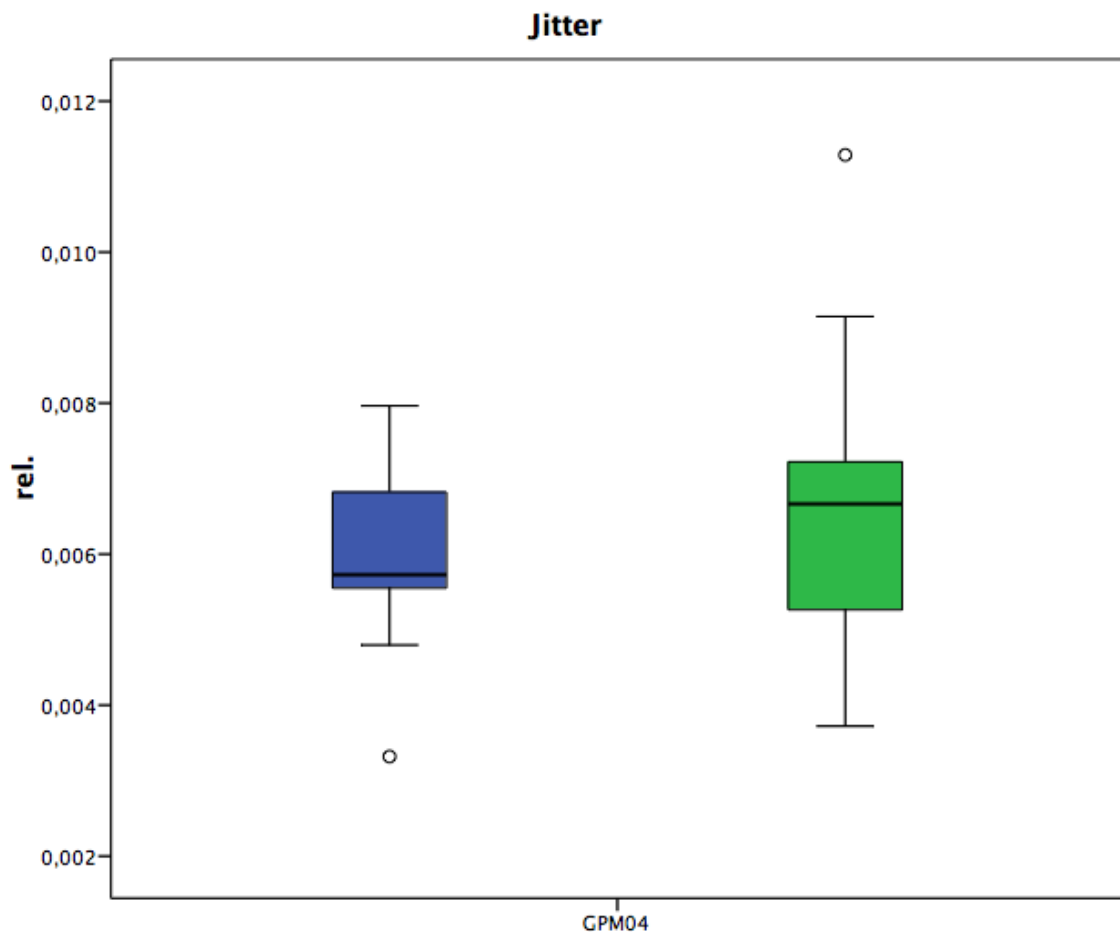


Figura 94. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas a la intervención del *jitter* manifiestan una dispersión de datos mucho más reducida que la exteriorizada por las muestras posteriores y una pronunciada dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, que los valores tienden a dispersarse hacia la zona superior por encima de la mediana revelando un índice más elevado de comportamiento fonatorio disfuncional. También se observa un dato atípico moderado por debajo del primer cuartil.

Las muestras posteriores por el contrario, presentan un incremento elevadísimo de la dispersión de los datos —el 100 %— lo que indica una pérdida de la homogeneidad de la distribución. La mayoría de las muestras se reúnen dentro del primer cuartil, es decir, se observa una gran dispersión hacia la zona donde los valores manifiestan un comportamiento menos disfuncional. Aparece un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención aumenta de manera pronunciada —un 20 %— respecto a las previas y eso refleja un comportamiento fonatorio mucho más disfuncional. Tanto las muestras previas a la intervención como las posteriores se sitúan dentro de los límites normativos.

Las variaciones observadas en los parámetros analizados entre las muestras previas y las posteriores revelan un ascenso porcentual. Eso quiere decir que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al *shimmer*, la figura 95 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

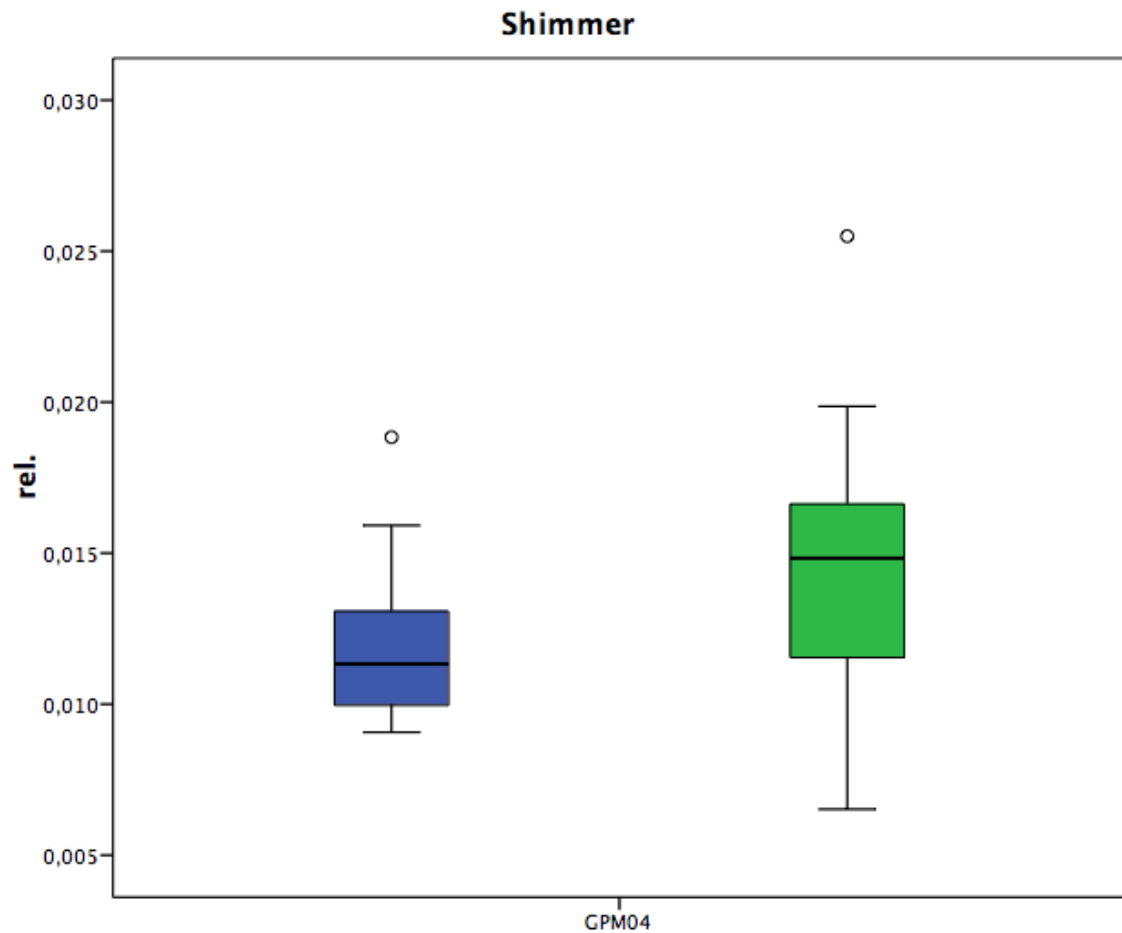


Figura 95. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras posteriores a la intervención en el *shimmer* exponen un aumento muy pronunciado —el 50 %— en la dispersión de los datos respecto a las muestras previas. Eso significa que pierde una gran parte de la homogeneidad de la distribución y disminuye la estabilidad de la fonación. Los valores se dispersan en la zona inferior por debajo de la mediana, lo que indica un menor comportamiento disfuncional en las muestras. En cambio, las muestras previas revelan una simetría más acusada que las posteriores. Los datos se desvían levemente hacia el tercer cuartil que es el área que se encuentra por encima de la mediana y que expresa valores altos de *shimmer*. Asimismo, se observan dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil, uno de ellos en las muestras previas a la intervención y el otro en las posteriores.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención aumenta —el 27,3 %— con respecto a la previa, lo que refleja un comportamiento fonatorio más disfuncional. Tanto las muestras previas a la intervención como las posteriores se sitúan dentro de los límites normativos.

Los dos parámetros examinados incrementan su valor porcentual posteriormente a la intervención. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al desbalance de la masa del cuerpo, la figura 96 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

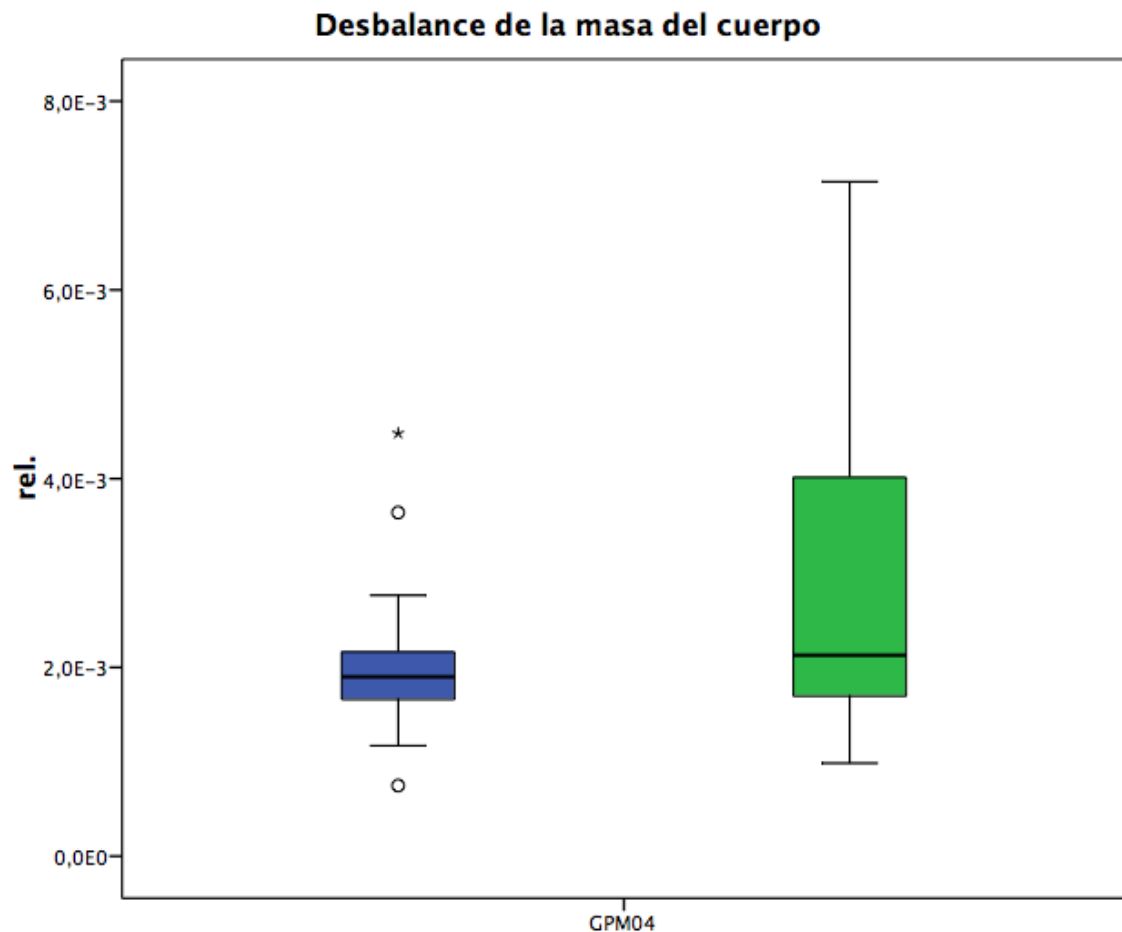


Figura 96. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.



Las muestras del desbalance de la masa del cuerpo previas a la intervención revelan una dispersión reducida de los datos y una gran simetría en la distribución de las muestras. También se observan dos datos atípicos —uno de ellos moderado— por encima del tercer cuartil y uno moderado por debajo del primer cuartil. Por el contrario, las muestras posteriores presentan un incremento elevadísimo de la dispersión de los datos —el 200 %—, lo que indica una pérdida desproporcionada de la homogeneidad de la distribución. La mayoría de las muestras se reúnen en el tercer cuartil, es decir, se observa una gran dispersión hacia la zona donde los valores manifiestan un comportamiento disfuncional.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención aumenta de manera pronunciada —un 100 %— respecto a la previa y eso indica un alto comportamiento fonatorio disfuncional. Sin embargo, tanto las muestras previas a la intervención como las posteriores se sitúan dentro de los límites normativos, es decir, el desmesurado aumento de las muestras posteriores no ha ocasionado que las muestras superen el límite superior normativo.

Los parámetros analizados de este rasgo se encuentran alineados porque reflejan un elevadísimo ascenso porcentual. Sin embargo, el gran incremento en la dispersión de los datos indica una falta de fiabilidad en lo que muestra la mediana.

Con respecto al desbalance de la tensión del cuerpo, la figura 97 revela los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

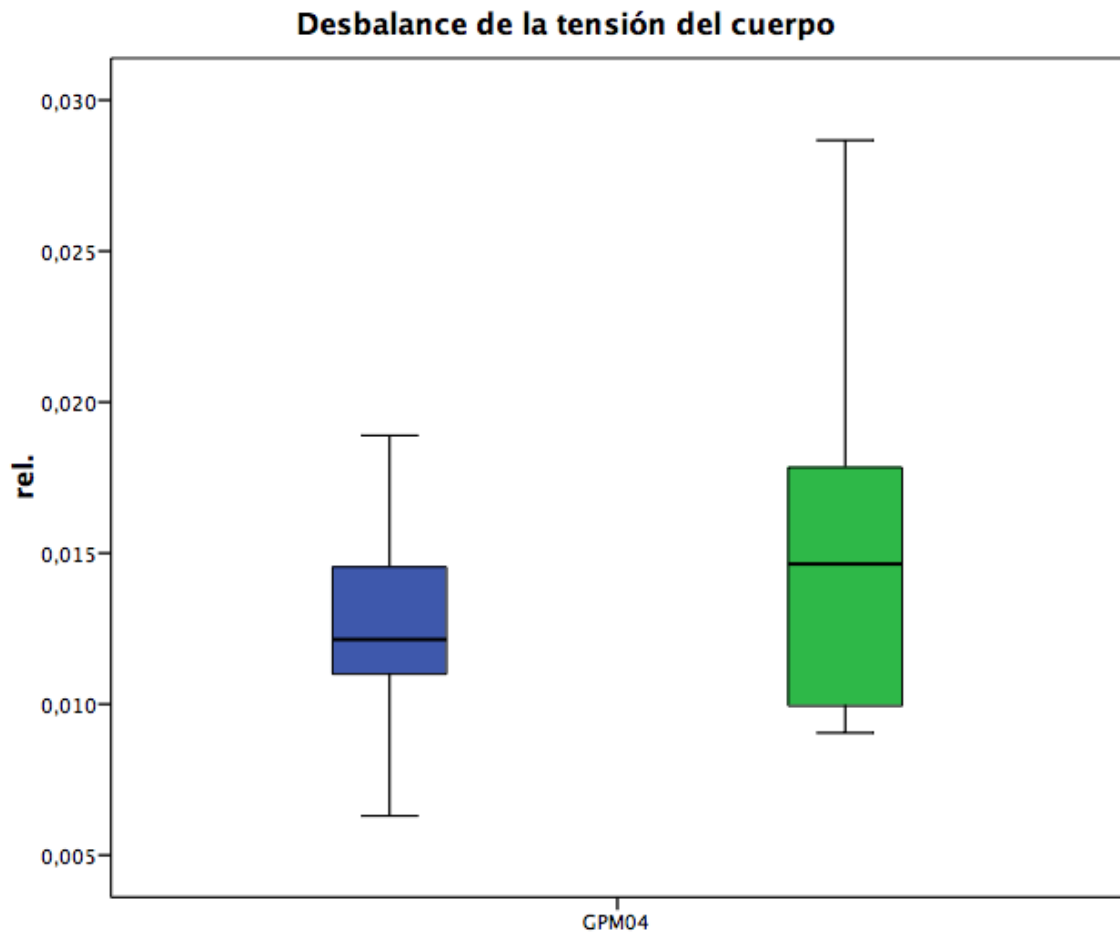


Figura 97. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras del desbalance de la tensión del cuerpo posteriores a la intervención reflejan una mayor dispersión de datos —el 100 %— respecto a las muestras previas. Esto señala hacia una pérdida de la homogeneidad de la distribución. Las muestras posteriores también revelan una dispersión de datos hacia el primer cuartil, es decir, la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento funcional, así como una cierta asimetría. En las muestras previas a la intervención se observa una dispersión de datos más reducida respecto a las posteriores y eso implica una mejor calidad en la homogeneidad de la distribución. Las muestras previas presentan una cierta dispersión hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional. La distribución también

manifiesta una cierta asimetría.

El valor de la mediana de las muestras posteriores a la intervención incrementa su valor —un 16,7 %— respecto a la previa y eso indica un aumento en el comportamiento fonatorio disfuncional. Sin embargo, tanto las muestras previas a la intervención como las posteriores se sitúan dentro de los límites normativos.

Los parámetros analizados de este rasgo reflejan un aumento porcentual en las muestras posteriores. Esto quiere decir que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al desbalance de la masa de la cubierta, la figura 98 presenta los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

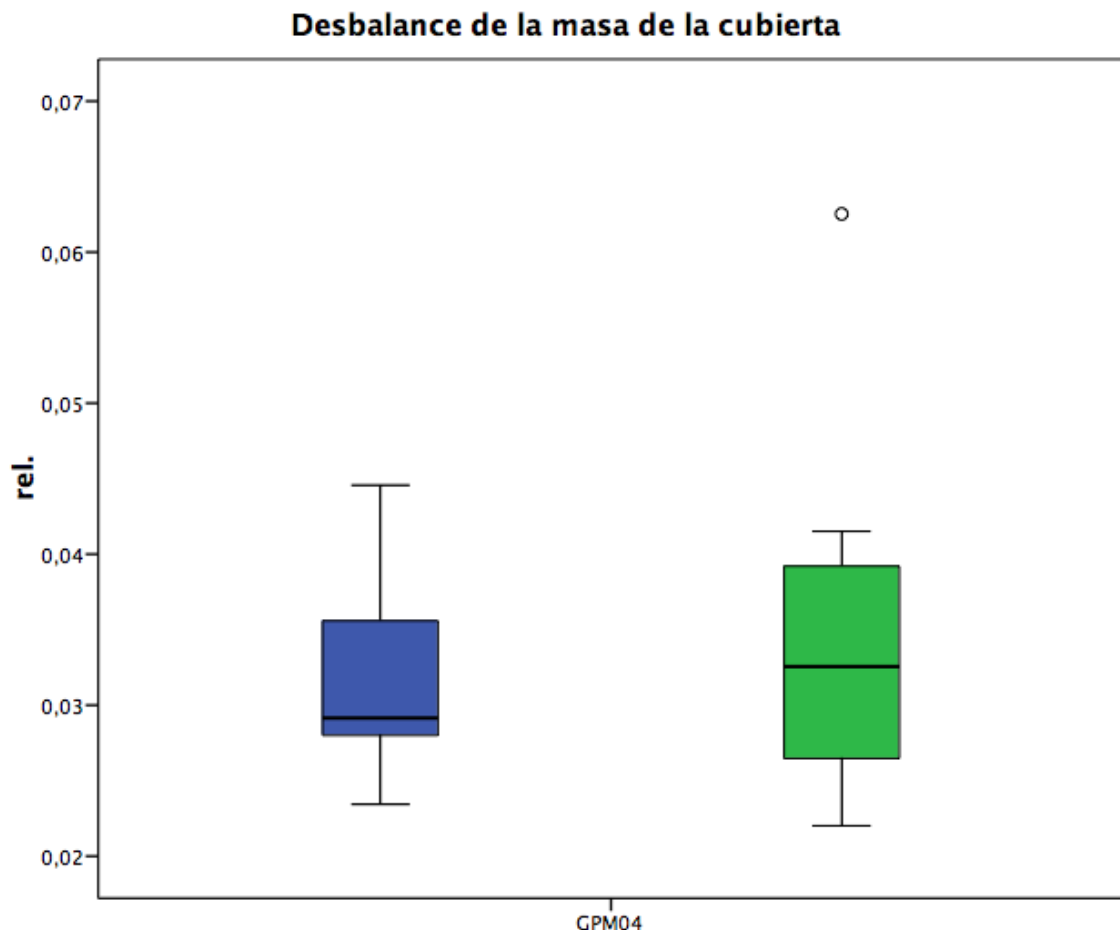


Figura 98. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el desbalance de la masa de la cubierta se observa que las muestras previas a la intervención reflejan un bajo índice de dispersión de datos, aunque sí se observa una gran dispersión hacia el tercer cuartil, la zona en la que los valores del rasgo son más altos. El resultado de la dispersión es la ausencia de simetría alrededor de la mediana. Las muestras posteriores a la intervención experimentan un fuerte incremento en la dispersión de los datos —el 44,4 %— que implica una reducción en la homogeneidad de la distribución y un aumento en la irregularidad fonatoria. Aunque las muestras posteriores se distribuyen de manera simétrica alrededor de la mediana; no se aprecia ningún tipo de dispersión. También estas muestras exhiben un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención asciende —un 10,3 %— respecto a la previa y eso refleja un comportamiento fonatorio mucho más disfuncional. Tanto las muestras previas a la intervención como las posteriores se sitúan dentro de los límites normativos.

Los parámetros analizados presentan alineamiento en la información que revelan. Tanto la mediana como el rango intercuartílico exponen un ascenso porcentual en las muestras posteriores a la intervención. Es decir que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al desbalance de la tensión de la cubierta, la figura 99 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

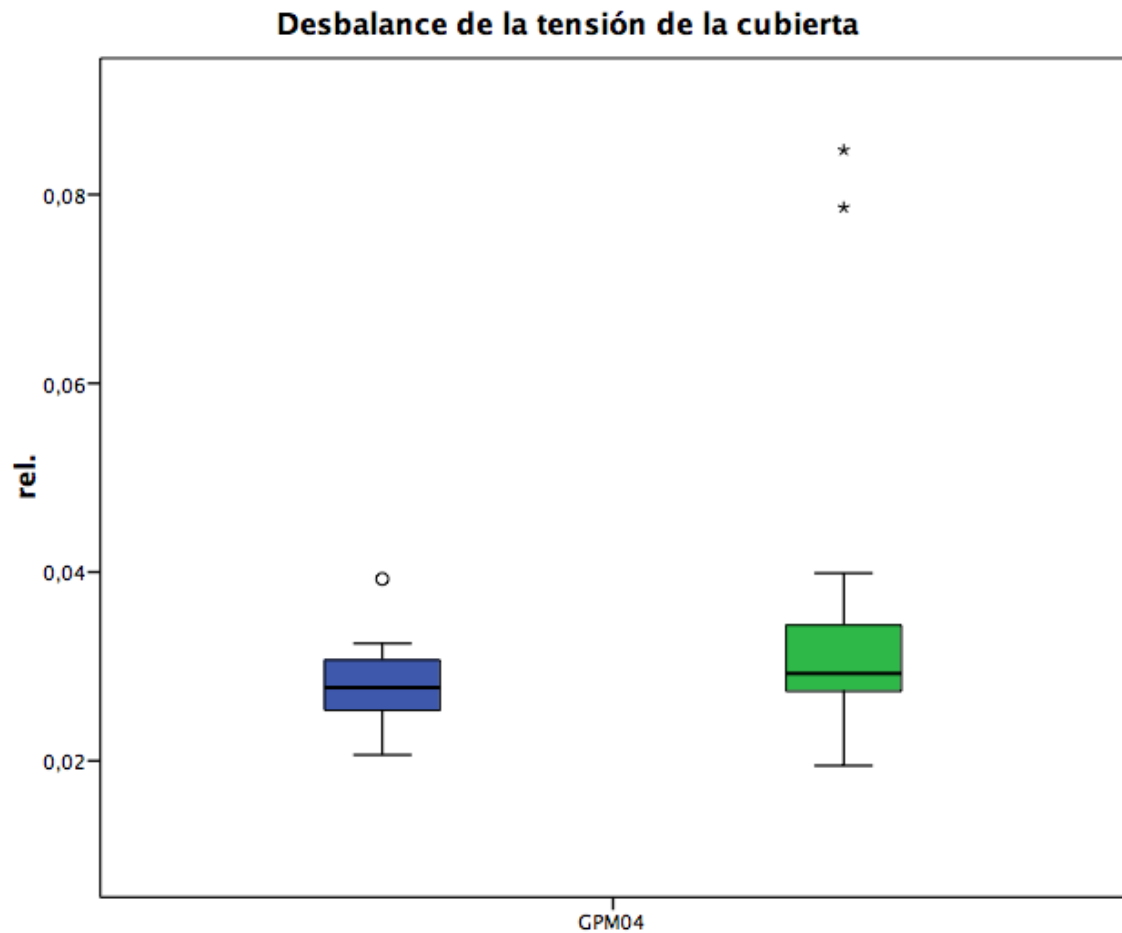


Figura 99. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del desbalance de la tensión de la cubierta se observa que las muestras previas a la intervención se distribuyen de manera bastante simétrica alrededor de la mediana; no se aprecia ningún tipo de dispersión en estas muestras. También exhiben un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. El rango intercuartílico de las muestras posteriores a la intervención manifiesta un ascenso acusado —el 33,3 %— que supone una disminución en la homogeneidad en la distribución. En este caso sí existe una dispersión hacia el tercer cuartil que significa que los datos se dispersan por encima de la mediana en la zona donde la fonación se comporta de un modo más disfuncional. La asimetría de la distribución en las muestras posteriores a la intervención es patente. Las muestras posteriores exhiben dos datos

atípicos acusados por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención manifiesta un leve aumento —el 7,4 %— respecto a la previa lo que indica una pérdida en la funcionalidad fonatoria. Los valores de la mediana previa y la posterior a la intervención se encuadran dentro de los valores de normalidad.

En los dos parámetros examinados, la mediana y el rango intercuartílico, se observa alineamiento puesto que ambos elevan porcentualmente sus valores tras la intervención. El aumento de la mediana es muy leve y no resulta fiable debido al elevado incremento en la dispersión de los datos posterior a la intervención.

En la figura 100 se pueden observar los cambios descritos anteriormente reflejados en diagramas de caja concernientes al temblor fisiológico.

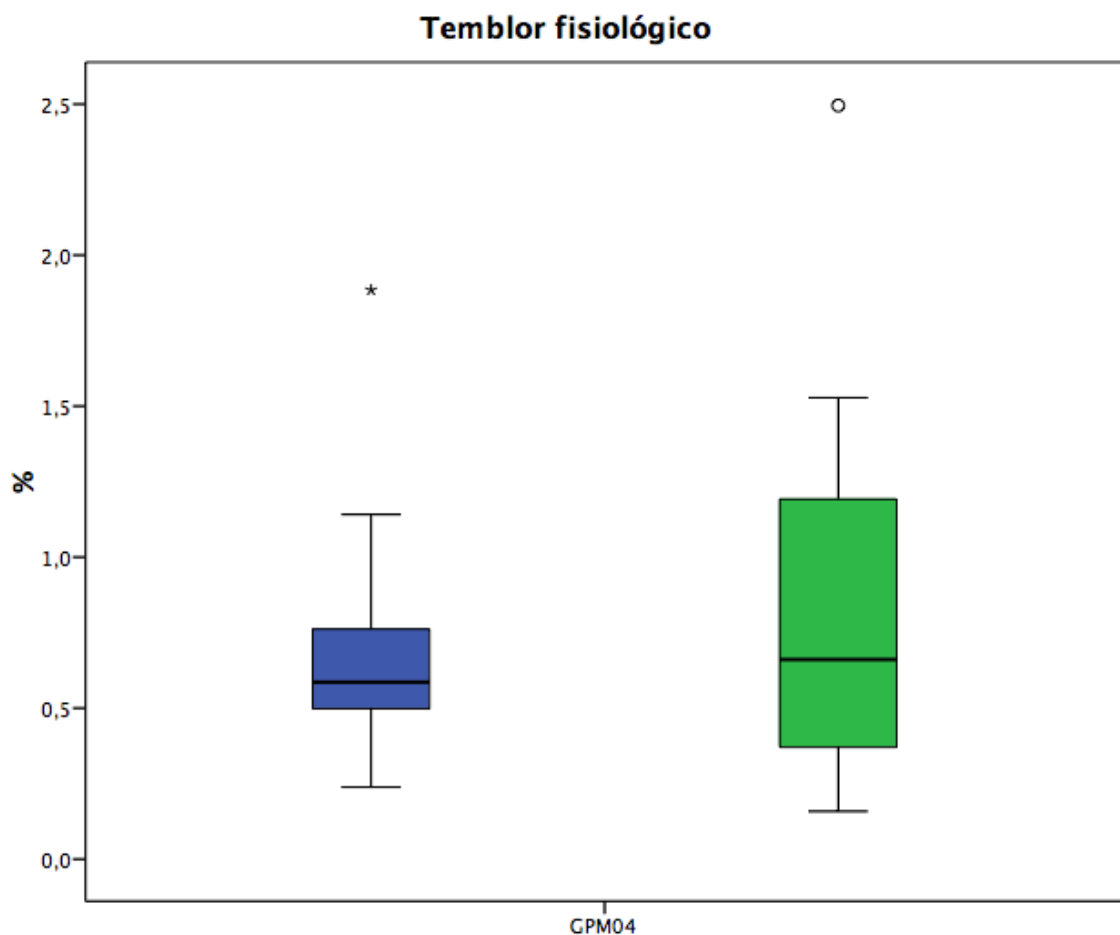


Figura 100. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el temblor fisiológico las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas manifiestan un aumento del 161 % en la dispersión de datos. Eso significa que la heterogeneidad de la distribución es muy elevada. Tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención presentan una acusada dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil; es decir, los valores tienden a dispersarse hacia la zona superior por encima de la mediana, lo que significa un comportamiento fonatorio disfuncional. La simetría también se ve comprometida en ambos conjuntos de muestras. Respecto a los datos atípicos, las muestras previas exhiben un dato atípico acusado por encima del tercer cuartil y las muestras posteriores presentan un dato atípico moderado también por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención aumenta de manera acusada —un 12,8 %— respecto a la previa. Esto refleja un comportamiento fonatorio mucho más disfuncional. Tanto las muestras previas a la intervención como las posteriores se sitúan dentro de los límites normativos.

Las variaciones observadas en los parámetros analizados entre las muestras previas y las posteriores se encuentran alineadas porque ambas revelan un ascenso tras la intervención. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al temblor neurológico, la figura 101 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

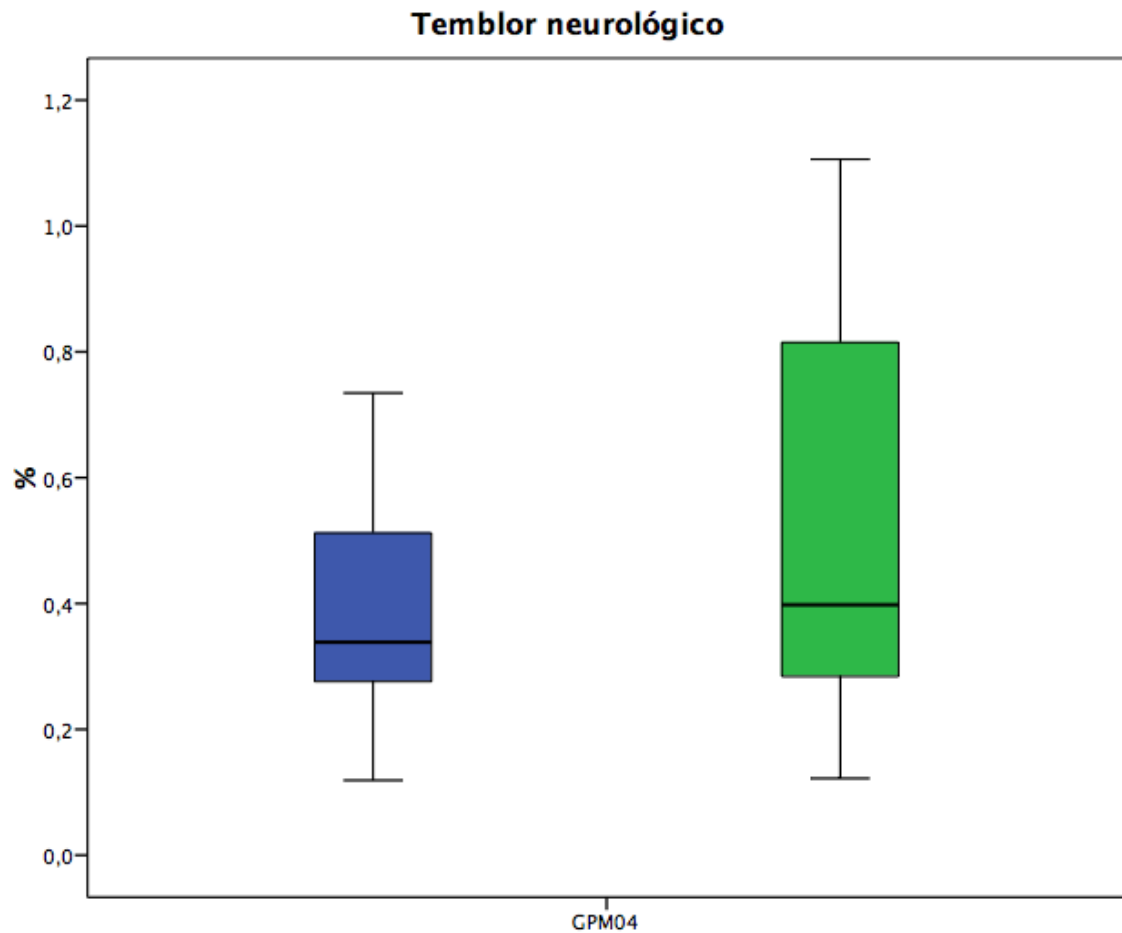


Figura 101. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

La dispersión de las muestras del temblor neurológico posterior a la intervención asciende considerablemente —el 116,1 %— con respecto a las muestras previas. Eso significa una pérdida de la homogeneidad de la distribución. Las muestras previas y posteriores revelan una notable dispersión de datos hacia el tercer cuartil. La mayoría de los datos se sitúan en la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento funcional, por encima de la mediana. La asimetría está presente en ambos conjuntos de muestras, aunque se revela más pronunciada en las muestras posteriores a la intervención.



En cuanto a las medianas previas y posteriores a la intervención, la mediana de las muestras posteriores aumenta —un 17,5 %— respecto a la mediana de las muestras previas. Eso indica un ascenso en el comportamiento fonatorio disfuncional. Sin embargo, tanto las muestras previas a la intervención como las posteriores se sitúan dentro de los límites normativos, así pues el ascenso no ha influido en la normatividad del parámetro.

Existe alineamiento entre las medianas y los rangos intercuartílicos, tanto unos como otros exhiben un ascenso porcentuales en sus muestras posteriores. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al *flutter*, la figura 102 revela los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

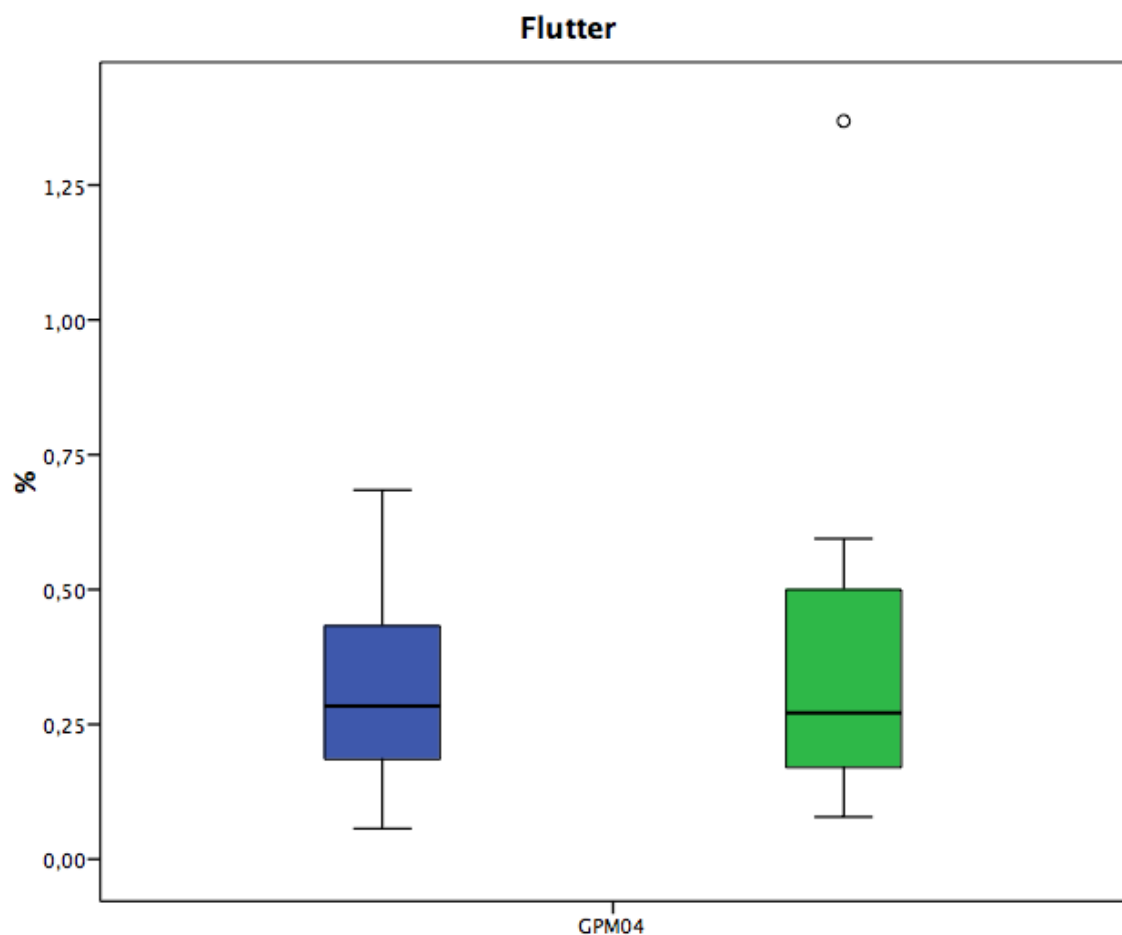


Figura 102. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras posteriores a la intervención presentan un elevado aumento en el rango intercuartílico —el 40,7 %— respecto a las muestras previas. En las muestras posteriores decrece la homogeneidad de la distribución. En cambio en las muestras previas se observa una homogeneidad más altas. En las muestras previas, asimismo, se detecta un índice mucho más elevado de simetría que en las muestras posteriores. Sin embargo, ambos conjuntos de muestras revelan una acusada dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores del rasgo son mucho más altos y manifiestan un comportamiento disfuncional. La dispersión es mucho más pronunciada en las muestras posteriores que en las previas y, en las muestras posteriores, se advierte un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención revelan un leve descenso —un 4,2 %— respecto a la previa, lo que indica un incremento en la funcionalidad fonatoria. Las muestras previas a la intervención y las posteriores se sitúan dentro de los límites normativos.

En este caso, la disfunción fonatoria se reduce tras la intervención mientras que la dispersión de los datos aumenta. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al temblor global, la figura 103 revela los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

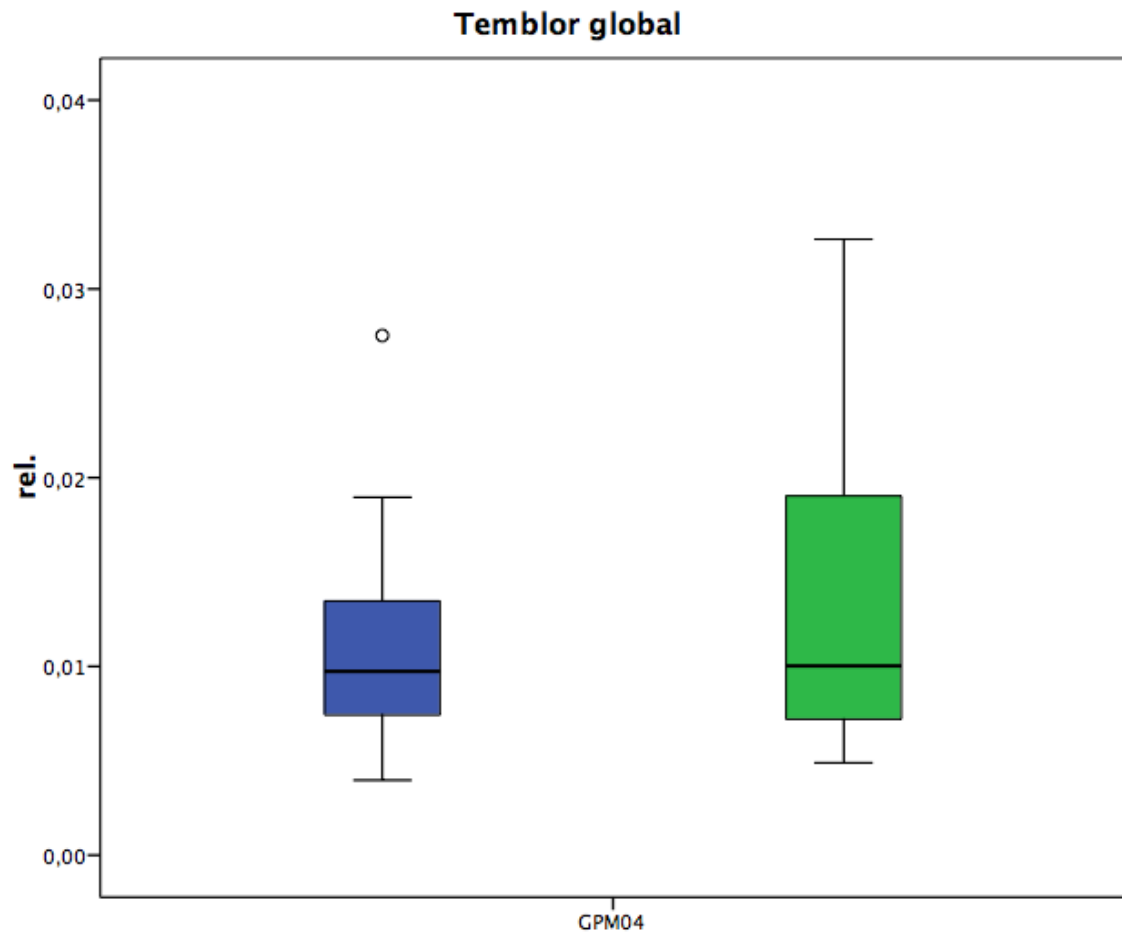


Figura 103. Caso GPM04. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se puede observar en los gráficos, para el rasgo del temblor global, un incremento pronunciado en la dispersión de los datos de las muestras posteriores —un 85,7 %— respecto a las previas. Esto indica una menor homogeneidad de dichos datos. Las muestras previas y las posteriores a la intervención presentan una dispersión en la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. En las muestras posteriores a intervención, la dispersión es considerable y la simetría en torno a la mediana se reduce en gran medida. Las muestras previas ofrecen una dispersión también hacia el tercer cuartil, aunque más reducida, y una mayor simetría en la distribución además de un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención no presenta variación con respecto a la previa. Las muestras previas y las posteriores se hallan dentro de los límites normativos. El aumento de la dispersión de los datos supone un dato negativo. Siempre es más estable que los datos se concentren en vez de dispersarse y muestren homogeneidad en la distribución.

Los resultados del test de Wilcoxon efectuado para calcular la significación estadística de los cambios sucedidos entre las muestras previas y posteriores a la intervención, aparecen en la tabla 38.

Tabla 38. Caso GPM04. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-2,374	0,018*
<i>Jitter</i>	-,765	0,445
<i>Shimmer</i>	-2,294	0,022*
Desbalance de la masa del cuerpo	-1,650	0,099
Desbalance de la tensión del cuerpo	-1,087	0,277
Desbalance de la masa de la cubierta	-,926	0,355
Desbalance de la tensión de la cubierta	-2,093	0,036*
Temblor fisiológico	-,765	0,445
Temblor neurológico	-1,408	0,159
<i>Flutter</i>	-,644	0,520
Temblor global	-1,288	0,198

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

Según lo observado en la anterior tabla, solo en la frecuencia fundamental, en el *shimmer* y en el desbalance de la tensión de la cubierta se obtiene un efecto significativo tras la intervención. La frecuencia fundamental constata un descenso en las muestras posteriores a la intervención mientras que el *shimmer* y el desbalance de la tensión de la cubierta presentan un incremento en dichas muestras (véase la tabla 36). El resto de rasgos analizados también exponen un descenso en las muestras posteriores a la intervención, pero ninguno obtiene un efecto estadísticamente significativo a pesar de que algunos descensos son muy acusados como ocurre con el desbalance de la masa del cuerpo con un 100 % de disminución (véase la tabla 37).

En cuanto a la significación estadística global de todas las medianas de aquellos rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética, el test de Wilcoxon realizado sobre los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* ofrece como resultado que el valor  $z$  para los valores de los rasgos es  $-3,001$  y el valor  $p$  es de  $0,003$  ( $p > 0,001$ ). Al realizar la corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se puede concluir que los cambios producidos por la intervención resultan ser estadísticamente significativos en este grupo de rasgos para esta participante.

Respecto al grado de dispersión, test de Wilcoxon indica un resultado de un valor de  $z$  de  $-2,812$  y un valor de  $p$  de  $0,005$  ( $p > 0,001$ ). Aplicando la corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) no se advierte significación estadística para este conjunto de rasgos.

Se puede decir, pues, que los cambios producidos por la intervención en los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética en la participante GPM04 presentan significación estadística para el conjunto de las medianas, pero no así para los rangos intercuartílicos.

## 4.2. Grupo de control

En este apartado se ofrecen los resultados estadísticos de los registros de fonación de los participantes del grupo control divididos entre hombres y mujeres. Los diferentes rasgos aparecen cuantificados con distintas abreviaturas o signos. Todas las medidas relativas se expresan en tanto por uno y se usa la abreviatura “rel.” mientras que las medidas dadas en tanto por ciento se acompañan del signo %.

### 4.2.1. Participantes masculinos

Se presentan a continuación los resultados del grupo de control de participantes masculinos.

#### Participante 9 (GCH01)

Este participante tiene 82 años al inicio del estudio. Se encuentra bien de salud, sin enfermedades relevantes ni patología diagnosticada.

Realizado el test de Shapiro-Wilk, el resultado es una distribución no normal de los datos en casi todos los rasgos ( $p < 0,05$ ), a excepción de la frecuencia fundamental en las muestras previas a la intervención ( $p = 0,592$ ); el *flutter* previo ( $p = 0,209$ ) y posterior a la intervención ( $p = 0,654$ ) y el temblor global posterior a la intervención ( $p = 0,121$ ). Esto significa que se asume la no normalidad de los datos y se aplican pruebas no paramétricas para el análisis estadístico. En concreto, se aplica el test de Wilcoxon para determinar la significación estadística rasgo a rasgo y, para la valoración conjunta, se realiza, además, la corrección de Bonferroni.

En la siguiente tabla (véase la tabla 39) se observan los resultados de las medianas y los rangos intercuartílicos previos y posteriores a la intervención en todos los rasgos analizados obtenidos por el programa de análisis estadístico sobre los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon*. También se proporciona el dato de las medianas que se encuentran fuera de los límites normativos establecidos por la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis.

Tabla 39. Caso GCH01. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	155	154	11	8
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,010	0,010	0,004	0,005
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,025	0,024	0,009	0,008
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,007	0,007	0,009	0,005
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,027	0,029	0,013	0,012
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,073	0,064	0,054	0,040
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,085	0,063	0,093	0,062
Temblor fisiológico	%	0,939	1,069	0,665	0,920
Temblor neurológico	%	0,702	0,542	0,720	0,489
<i>Flutter</i>	%	0,385	0,365	0,282	0,175
Temblor global	(rel.)	0,018	0,016	0,008	0,009

En el caso de este participante se observa una gran heterogeneidad en los resultados de los rasgos tanto en el comportamiento de las muestras como en cuanto a la relación entre los valores de las medianas posteriores respecto a las previas. Existe un grupo de rasgos en los cuales las medianas de las muestras posteriores a la intervención exhiben un descenso respecto a las muestras previas. La frecuencia fundamental, el *shimmer* y el temblor neurológico revelan que tanto las medianas previas como las posteriores rebasan el límite normativo superior. En el desbalance de la masa de la cubierta es solo la mediana previa a la intervención la que rebasa el límite normativo superior mientras que la mediana posterior se encuentra por debajo de dicho límite. En el desbalance de la tensión de la cubierta, el *flutter* y el temblor global tanto la mediana previa como la posterior se hallan dentro de los límites normativos.

En la frecuencia fundamental se observa que la mediana previa a la intervención, cuyo valor es de 155 Hz, excede 13 Hz el límite normativo superior que son 142 Hz y la mediana posterior, cuyo valor es de 154 Hz, supone 12 Hz de incremento respecto a dicho valor esperable. Las muestras posteriores a la intervención experimentan un descenso de 1 Hz respecto de las previas. El *shimmer* presenta un descenso de una milésima en el valor de su mediana posterior a la intervención —0,024 (rel.)— respecto a la previa —0,025 (rel.)—. La mediana previa a la intervención se encuentra a cinco milésimas por encima del límite normativo que, para este rasgo, es de 0,02 (rel.). La mediana posterior se halla a 4 milésimas por encima de dicho límite. En cuanto al temblor neurológico se advierte que la mediana

de las muestras posteriores a la intervención  $-0,542\%$ — experimenta un descenso de 160 milésimas respecto a las muestras previas  $-0,702\%$ — y que, también ambas medianas exceden el límite normativo superior que para este rasgo es de  $0,499\%$ . La mediana previa a la intervención excede en 203 milésimas el límite normativo superior y la mediana posterior lo excede en 43 milésimas.

El desbalance de la masa de la cubierta es el único rasgo cuya mediana previa a la intervención —con un valor de  $0,073$  (rel.)— rebasa el límite normativo superior —de  $0,069$  (rel.)— en 4 milésimas, pero cuya mediana posterior —de  $0,064$  (rel.)— ya se halla dentro del límite normativo superior y se queda a 5 milésimas por debajo de dicho límite. El descenso de las muestras posteriores respecto a las previas a la intervención supone 9 milésimas.

En cuanto a los rasgos cuyas muestras previas y posteriores a la intervención se encuentran dentro los límites normativos, la diferencia entre la mediana de las muestras previas a la intervención  $-0,085$  (rel.)— y la mediana de las posteriores — $0,063$  (rel.)— es de 22 milésimas de descenso de la mediana posterior respecto a la previa para el desbalance de la tensión de la cubierta. El *flutter* muestra asimismo un descenso de 20 milésimas entre las medianas de las muestras previas a la intervención  $-0,385\%$ — y la de las muestras posteriores  $-0,365\%$ —. El valor de la mediana de las muestras posteriores a la intervención en el temblor global, cuyo valor es de  $0,016$  (rel.), presenta un descenso de 2 milésimas respecto a la mediana de las muestras previas cuyo valor es de  $0,018$  (rel.). No obstante, la mediana previa a la intervención se encuentra a dos milésimas del límite normativo superior  $-0,02$  (rel.)— y la mediana posterior, pues, se sitúa a 4 milésimas de dicho valor.

El segundo grupo de muestras es aquel que manifiesta un incremento en los valores de las medianas de las muestras posteriores respecto a los valores de las muestras previas. El desbalance de la tensión del cuerpo presenta un ascenso de los valores posteriores a la intervención —con un valor de  $0,029$  (rel.)— respecto a las muestras previas —con un valor de  $0,027$  (rel.)— de 2 milésimas. Aunque ambas medianas se hallan dentro de los límites normativos, el valor de la mediana previa a la intervención se encuentra a dos milésimas por debajo del límite normativo superior —



0,03 (rel.)— y el valor de la mediana posterior, pues, se sitúa a 4 milésimas por debajo de dicho valor.

El temblor fisiológico es el otro rasgo que muestra un ascenso en la mediana posterior a la intervención en relación con el valor previo. Concretamente, la mediana posterior, cuyo valor es de 1,069 %, asciende 130 milésimas respecto a la mediana de las muestras previas, cuyo valor es de 0,939 %. Sin embargo, en este caso, mientras que la mediana de las muestras previas se encuentra 70 milésimas por debajo del límite normativo superior —1,009 %—, el incremento de las muestras posteriores provoca que la mediana de dichas muestras exceda en 60 milésimas el límite normativo superior.

En último lugar, existen dos rasgos cuyas medianas previas y posteriores a la intervención se mantienen en valores idénticos. El *jitter* es uno de esos rasgos cuya mediana posterior a la intervención y la previa presentan un valor de 0,010 (rel.). Ambos valores se encuentran dentro de los límites normativos, a tres milésimas por debajo del límite normativo superior que en este rasgo es de 0,013 (rel.). En cambio en el desbalance de la masa del cuerpo se mantienen ambas medianas en un valor de 0,007 (rel.), pero tanto la anterior como la posterior exceden el límite normativo superior —de 0,006 (rel.)— una milésima (rel.), situándose por encima de dicho límite.

La tabla 40 ofrece los porcentajes de variación que presentan las medianas y los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo respecto a las previas.

Tabla 40. Caso GCH01. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	-0,6	-27,3
<i>Jitter</i>	0	25
<i>Shimmer</i>	-4	-11,1
Desbalance de la masa del cuerpo	0	-44,4
Desbalance de la tensión del cuerpo	7,4	-7,7
Desbalance de la masa de la cubierta	-12,3	-25,9
Desbalance de la tensión de la cubierta	-25,9	-33,3
Temblor fisiológico	13,8	38,3
Temblor neurológico	-22,8	-32,1
<i>Flutter</i>	-5,2	-37,9
Temblor global	-11,1	12,5

La mayoría de las medianas posteriores a la intervención presentan un descenso en sus valores respecto a las previas. Los rasgos de desbalance de la tensión de la cubierta —con un 25,9 %—, el temblor neurológico —con un 22,8 %—, el desbalance de la masa de la cubierta —con el 12,3 %— y el temblor global —con el 11,1 %— son los rasgos que experimentan mayores descensos. El desbalance de la tensión de la cubierta y el temblor global son dos rasgos que presentan unos descensos porcentuales altos, pero cuya medianas previas y posteriores se hallan dentro de los límites normativos, es decir, la intervención aumenta el comportamiento fonatorio funcional. En cambio, el desbalance de la masa de la cubierta muestra un valor previo por encima del límite normativo superior, pero la disminución del valor posterior tras la intervención reduce el comportamiento fonatorio disfuncional y sitúa dicha mediana dentro de los límites normativos. En el caso del temblor neurológico, tanto las muestras previas como las posteriores se encuentran por encima del límite superior normativo. El descenso experimentado quiere decir que la reducción de la disfuncionalidad fonatoria se produce, pero no resulta suficientemente elevada como para que las muestras posteriores a la intervención se sitúen por debajo del límite superior normativo.

El *flutter* y el *shimmer* exhiben un descenso leve en las muestras posteriores a la intervención —el 5,2 % y el 4 % respectivamente—, aunque tanto las muestras previas como las posteriores se hallan dentro de los límites normativos. Los valores previos y posteriores de la frecuencia fundamental rebasan el límite superior normativo y su descenso en el valor posterior —el 0,6 %— no resulta suficientemente acusado como para situar dicho valor por debajo del límite normativo.

El *jitter* y el desbalance de la masa del cuerpo no muestran ningún tipo de variación entre los valores previos y posteriores tras la intervención. El desbalance de la tensión del cuerpo experimenta un ascenso no muy acusado —un 7,4 %—. El temblor fisiológico es un rasgo cuyas muestras previas se encuentran dentro de los límites normativos pero cuyas muestras posteriores se eleva en un porcentaje bastante pronunciado —el 13,8 %— y se sitúan por encima del límite normativo superior; es decir, aumenta el comportamiento fonatorio disfuncional.

La mayoría de los rangos intercuartílicos ofrecen un descenso en las muestras posteriores a la intervención. El descenso en la dispersión de datos indica un aumento en la homogeneidad. El rasgo que experimenta el mayor descenso es el desbalance de la masa del cuerpo —con un 44,4 %—. El *flutter* —con el 37,9 %—, el desbalance de la tensión de la cubierta —con un 33,3 %— y el temblor neurológico —con el 32,1 %—. La frecuencia fundamental —con el 27,3 %— y el desbalance de la masa de la cubierta —con el 25,9 %— presentan reducciones en la dispersión mucho menos pronunciadas que los descensos en los rasgos anteriores. Por último, los rasgos que exponen menores porcentajes de disminución son el *shimmer* —con el 11,1 %— y el desbalance de la tensión del cuerpo —con el 7,7 % de descenso—.

Otro grupo de rasgos refleja un ascenso en los valores de las medias posteriores a la intervención lo que implica la disminución en el aumento en la homogeneidad de los datos. El temblor global exhibe el menor porcentaje de incremento —el 12,5 %—, le sigue el *jitter* —con el 25 %— y el temblor fisiológico —con el 38,3 %— que es el rasgo que muestra un mayor valor de ascenso.

El noveno participante muestra descensos tras la intervención en las medianas y los rangos intercuartílicos de la mayoría de los rasgos. La frecuencia fundamental, el *shimmer*, el desbalance de la masa de la cubierta, el desbalance de la tensión de la cubierta, el temblor neurológico y el *flutter* experimentan un descenso tanto en las medianas como en los rangos intercuartílicos posteriores a la intervención. La reducción del rango intercuartílico se alinea con una mayor precisión en la estimación del descenso en la disfuncionalidad fonatoria.

El temblor fisiológico es un rasgo en el que la mediana y el rango intercuartílico muestran un aumento en los valores posteriores a la intervención. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

Existen dos rasgos —el *jitter* y el desbalance de la masa del cuerpo— cuyas medianas no muestran variación tras la intervención, a diferencia de los rangos intercuartílicos que sí lo hacen. El *jitter* presenta un aumento pronunciado en el rango intercuartílico posterior a la intervención, mientras que el desbalance de la masa del cuerpo manifiesta un descenso muy acusado en la dispersión de los datos. El aumento

de la dispersión de los datos es un hecho negativo mientras que la reducción en la dispersión es positivo.

Por último, los rasgos que menos alineamiento han mostrado entre las medianas y los rangos intercuartílicos son el desbalance de la tensión del cuerpo y el temblor global. En el desbalance de la tensión del cuerpo la funcionalidad de la fonación desciende puesto que la mediana posterior a la intervención incrementa su valor y la dispersión se reduce, lo que otorga fiabilidad al empeoramiento de la funcionalidad. En el caso del temblor global se observa una disminución de la mediana, es decir, un aumento en la funcionalidad de la fonación mientras que la dispersión de datos se incrementa, es decir, se asume baja fiabilidad.

Todos estos aspectos se contemplan en los diagramas de caja que comparan las muestras previas y posteriores a la intervención de cada uno de los rasgos analizados en el presente estudio. En la figura 104 aparecen los diagramas de caja concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental.

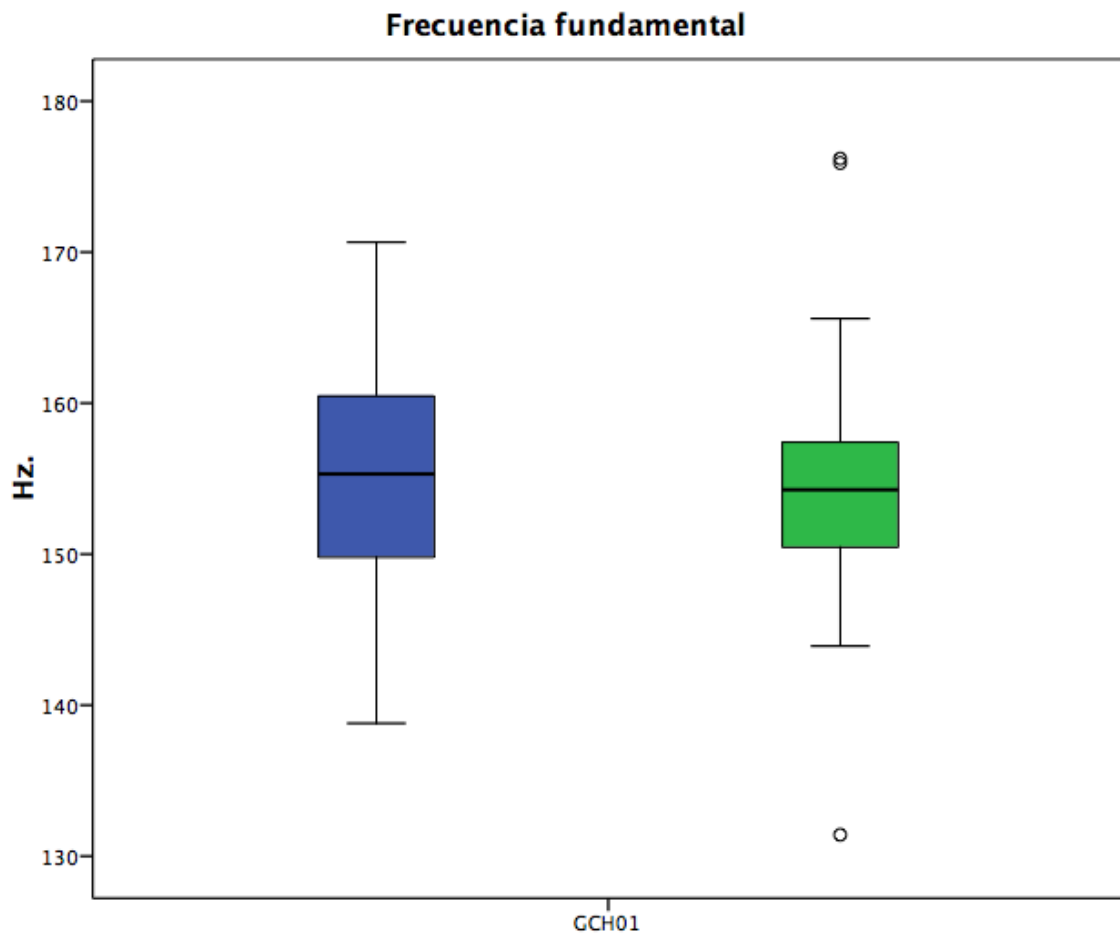


Figura 104. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se advierte en los gráficos para la frecuencia fundamental, una disminución acusada en la dispersión de los datos de las muestras posteriores —un 27,3 %— respecto a las previas. Eso denota una mayor homogeneidad en dichos datos. No se observa asimetría en la distribución de los datos antes de la intervención. En los datos posteriores a la intervención se advierte una ligerísima dispersión hacia el primer cuartil, la zona donde la fonación se comporta de manera más funcional. También revelan estas muestras dos datos atípicos por encima del tercer cuartil y otro por debajo del primero, ambos moderados.

Las muestras posteriores a la intervención manifiestan un leve descenso —el 0,6 %— respecto a las previas. Tanto las muestras previas como las posteriores rebasan el límite superior normativo. La disminución en el comportamiento fonatorio disfuncional que revelan las muestras posteriores no es suficiente como para que, tras la intervención, se alcance la normatividad.

La frecuencia fundamental es un rasgo que presenta alineamiento entre los dos parámetros objeto de análisis —la mediana y el rango intercuartílico—, ya que los valores porcentuales de ambos descienden tras la intervención. La disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

A continuación, en la figura 105, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al *jitter*.

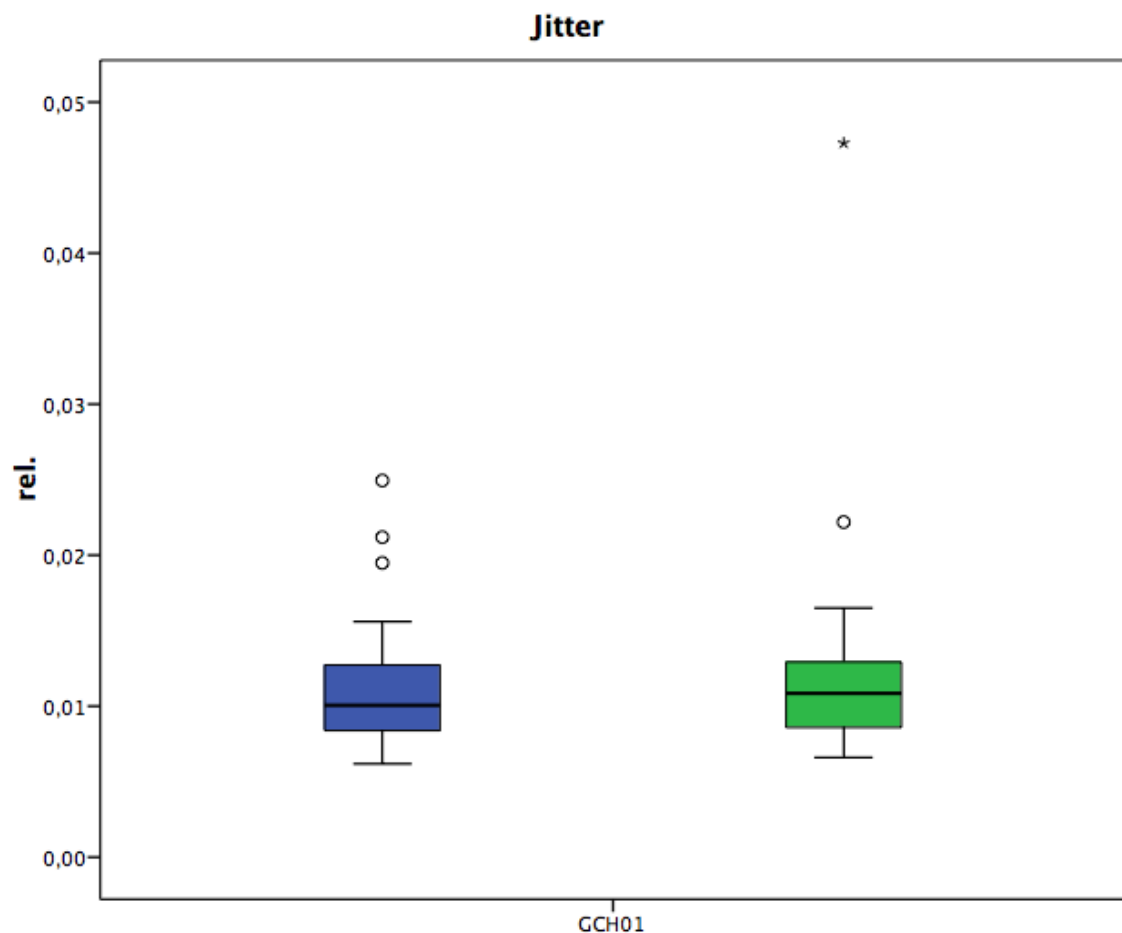


Figura 105. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El *jitter* revela en las muestras previas a la intervención, una dispersión de datos hacia el tercer cuartil, es decir, que las muestras se dispersan por encima de la mediana, en la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional. Sin embargo, en las muestras posteriores los datos se concentran de forma mucho más simétrica alrededor de la mediana. Asimismo, en estas muestras se observa un incremento —el 25 %— respecto a las muestras previas. Esto indica una pérdida de homogeneidad en las muestras posteriores. En el gráfico de las muestras previas se observan tres datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil y en el gráfico de las muestras posteriores existen dos datos atípicos —uno de ellos acusado—, ambos también por encima del tercer cuartil.

Las medianas previa y posterior a la intervención permanecen invariables, en otras palabras, el comportamiento fonatorio no ha perdido ni ganado en funcionalidad tras la intervención. Ninguna de las medianas de este rasgo se encuentra fuera de los límites normativos.

Mientras que el comportamiento disfuncional de las muestras no varía, la dispersión de los datos se incrementa. Ese hecho supone un empeoramiento puesto que la pérdida de homogeneidad en los datos es un indicativo negativo.

A continuación, en la figura 106, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al *shimmer*.

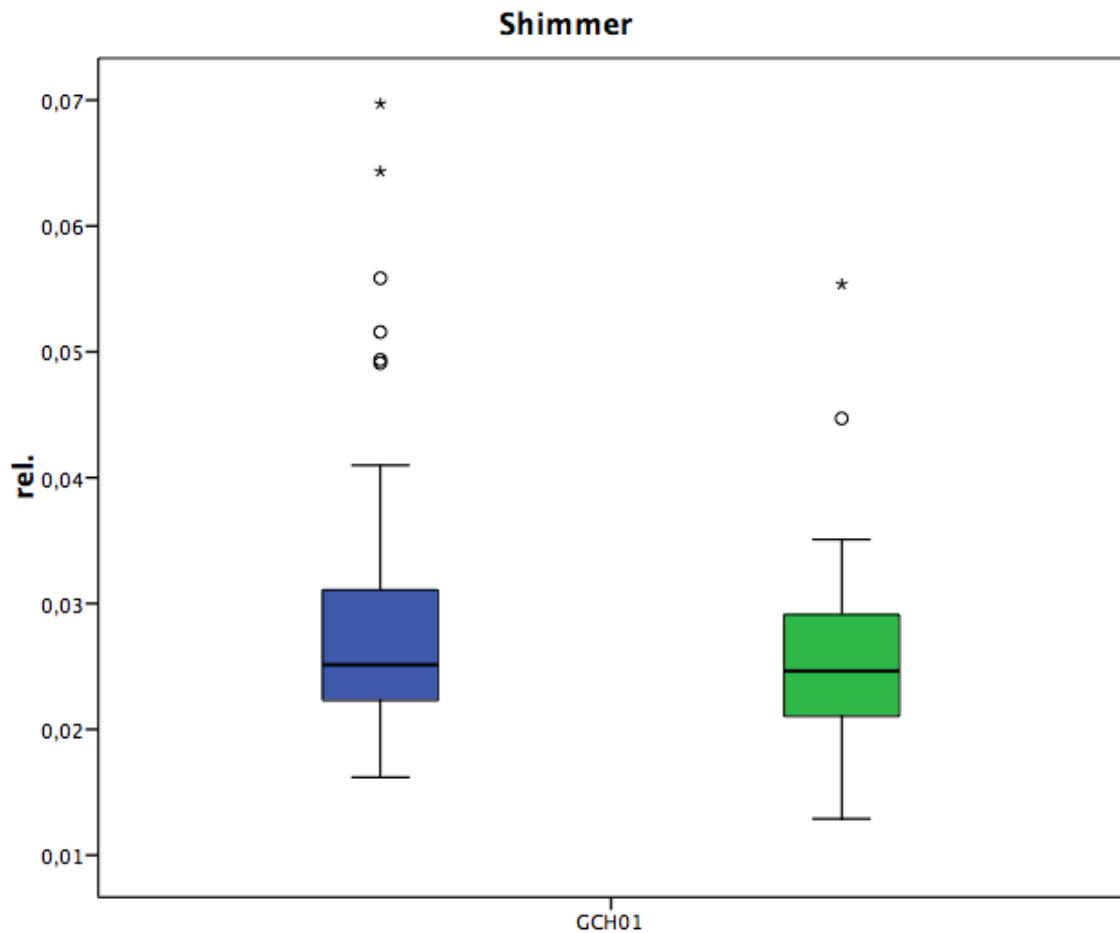


Figura 106. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el *shimmer* destaca un elevado número de datos atípicos por encima del tercer cuartil en las muestras previas a la intervención. Estas muestras exponen seis datos atípicos —dos de ellos acusados—. Las muestras posteriores, en cambio, exhiben dos datos atípicos —uno de ellos acusado—.

Se observa una reducción de la dispersión de datos —el 11,1 %— en las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas que indica un aumento de la homogeneidad de la distribución. Las muestras previas revelan una dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, el que expresa los valores más altos del rasgo analizado, que se reduce levemente en las muestras posteriores. Las muestras posteriores expresan una distribución más simétrica de los datos alrededor de la mediana.



Las medianas previa y posterior a la intervención del *shimmer* se encuentran por encima del límite superior normativo. La disminución en el comportamiento fonatorio disfuncional que revelan las muestras posteriores —el 4 %— no es suficiente como para que, tras la intervención, se alcance la normatividad.

Tanto la disfunción fonatoria como la dispersión de los datos exponen un descenso en las muestras posteriores a la intervención. Ambos parámetros se encuentran alineados y se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 107 que aparece a continuación, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la masa del cuerpo.

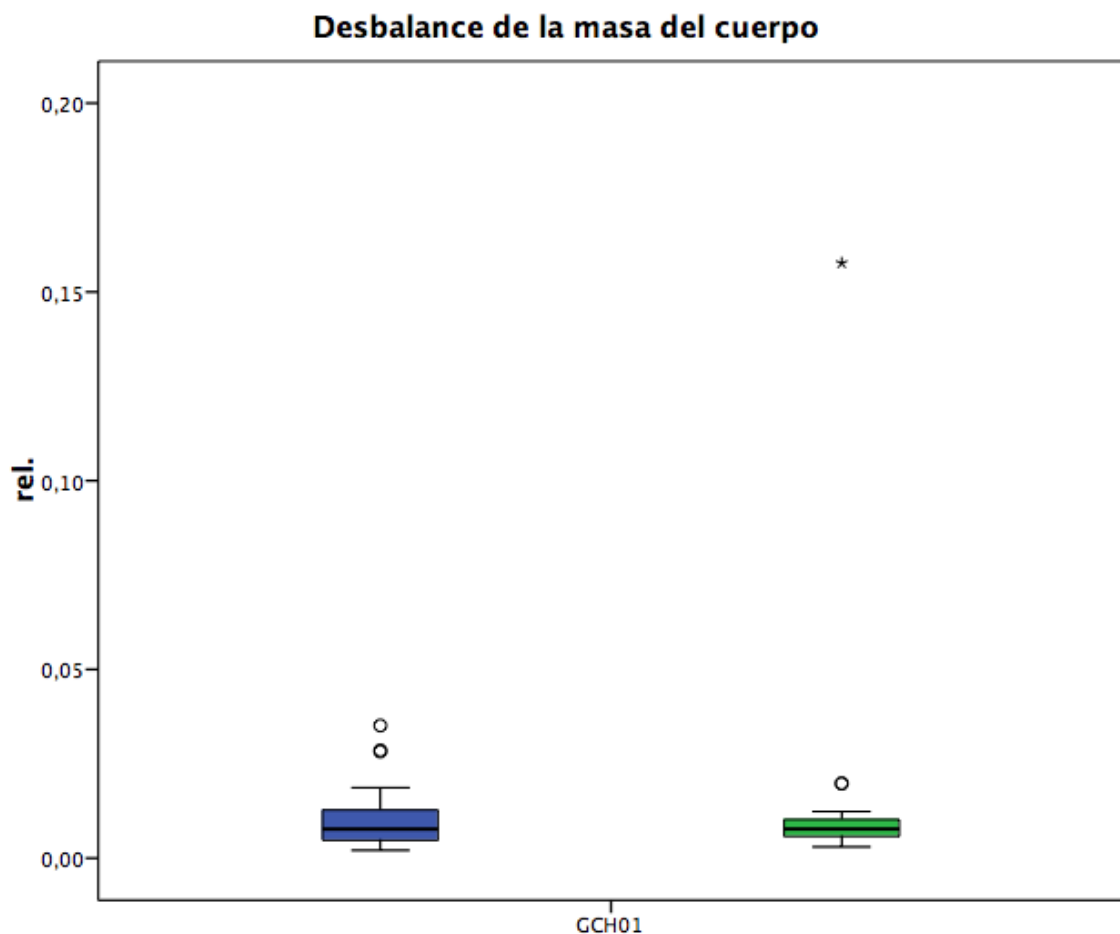


Figura 107. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se advierte en los gráficos la reducción en la dispersión de datos de las muestras posteriores a la intervención —el 44,4 %— respecto a las previas. Esto indica una mayor homogeneidad en la distribución de los datos y una disminución de la variabilidad fonatoria de dichas muestras posteriores. Las muestras previas a la intervención exponen una leve dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, la zona que expresa los valores más altos del rasgo. La consecuencia de la dispersión es una baja simetría. Además, este rasgo revela tres datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil. Las muestras posteriores a la intervención no manifiestan ningún tipo de dispersión, así pues, la simetría de la distribución es muy elevada. También estas muestras constatan tres datos atípicos —uno de ellos acusado— y por encima del tercer cuartil.

En cuanto a las medianas de las muestras, tanto los valores previos como los posteriores a la intervención se hallan por encima del límite normativo superior; además, no exhiben ningún tipo de variación. Es decir, el comportamiento fonatorio no ha cambiado tras la intervención.

Aunque la mediana no presenta variación, la reducción en la dispersión de los datos es una señal de mejora.

A continuación, en la figura 108, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la tensión del cuerpo.

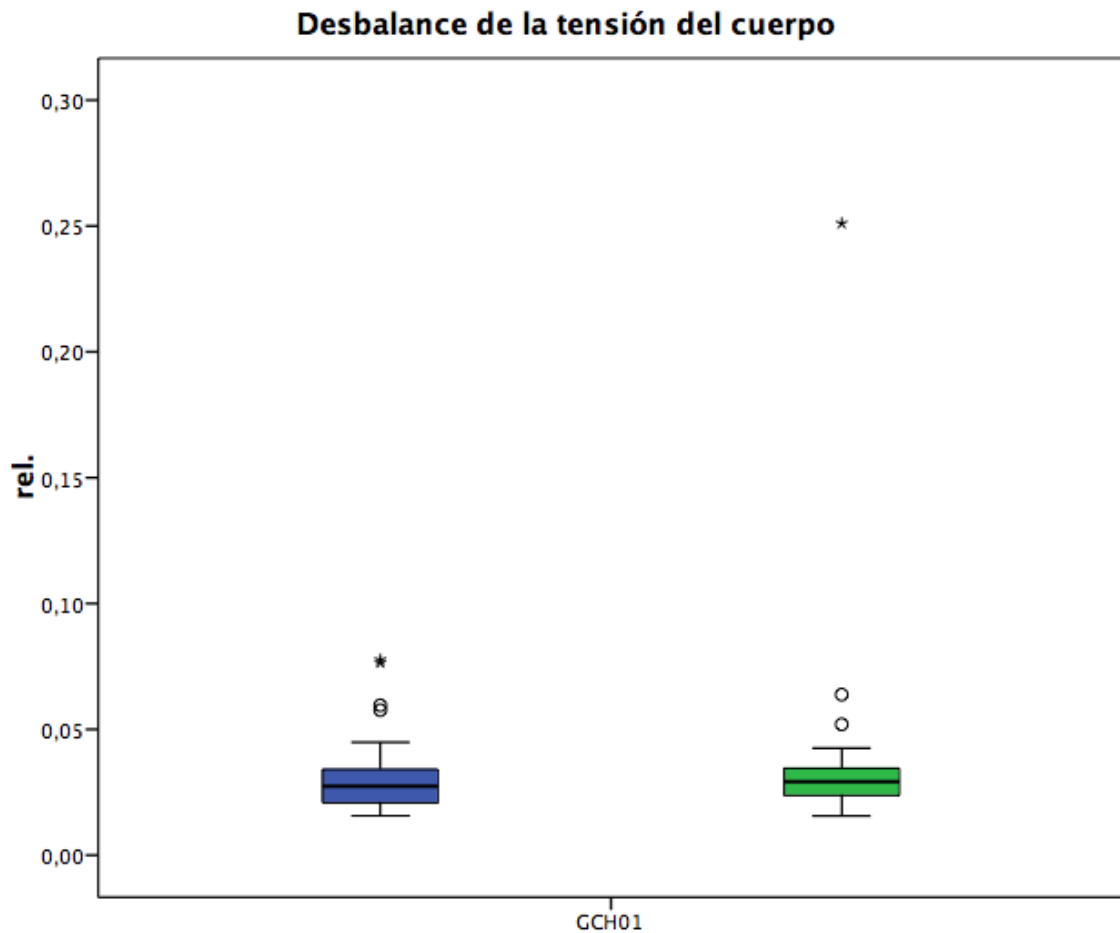


Figura 108. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se puede observar en los gráficos del desbalance de la tensión del cuerpo una disminución no muy acusada en la dispersión de los datos de las muestras posteriores —un 7,7 %— con respecto de las previas. Esto indica un ligero aumento en la homogeneidad de dichas muestras y en la regularidad fonatoria. En ambos conjuntos de muestras no se advierten desviaciones relevantes en la distribución; así pues, las muestras previas y las posteriores mantienen una alta simetría alrededor de la mediana. Las muestras previas a la intervención revelan cuatro datos atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil y las muestras posteriores exponen tres datos atípicos —uno de ellos acusado— también por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención aumenta su valor respecto a la previa —un 7,4 %—; así pues, desciende la funcionalidad fonatoria. Tanto la mediana previa como la posterior se hallan dentro de los límites normativos.

Se puede interpretar, pues, que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

A continuación, en la figura 109, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la masa de la cubierta.

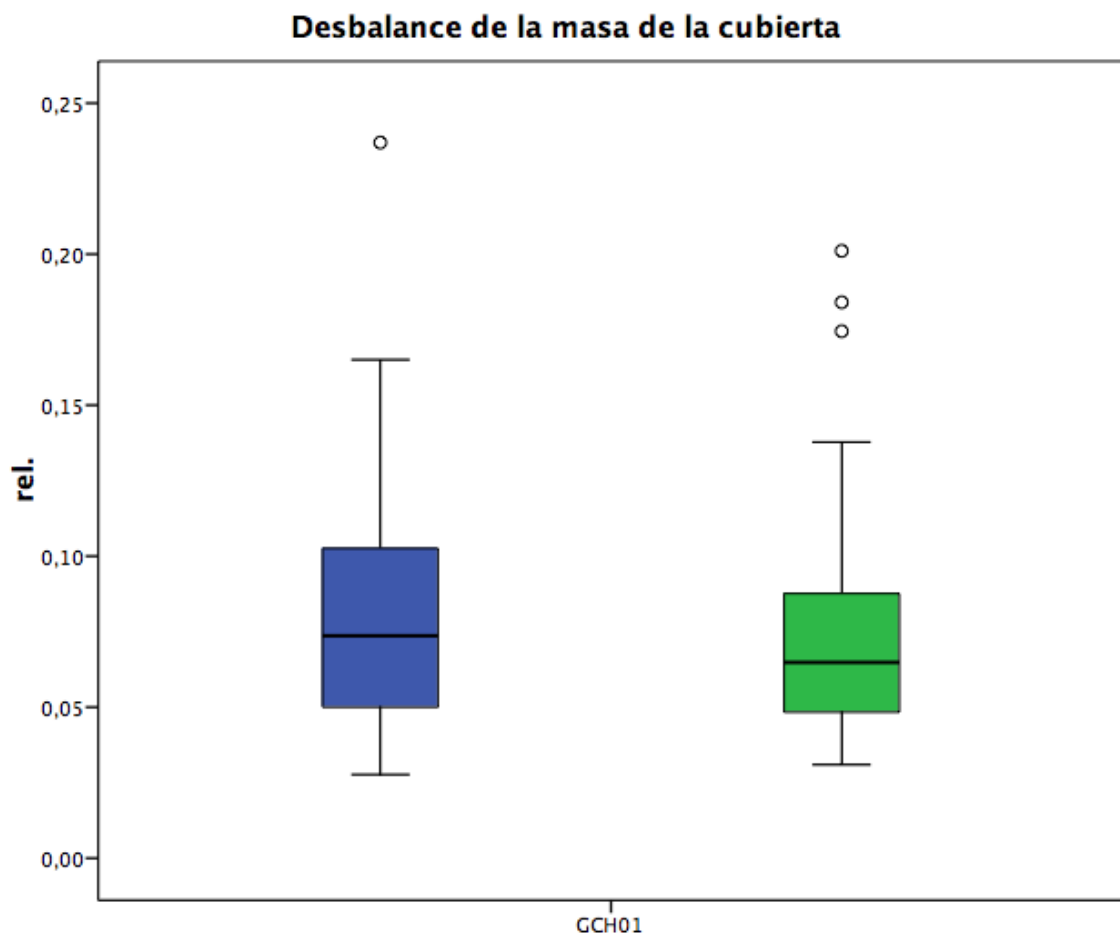


Figura 109. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Los valores de las muestras posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta descienden —el 25,9 %— con respecto de las muestras previas. Esto indica una mayor homogeneidad de la distribución tras la intervención. Tanto las muestras previas como las posteriores presentan una ligera dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor

comportamiento funcional. Además, las muestras previas ofrecen un valor atípico moderado y las muestras posteriores también revelan tres valores moderados; todos los valores atípicos se hallan por encima del tercer cuartil.

Los valores de la mediana de las muestras posteriores a la intervención disminuyen con respecto de los previos —un 12,3 %—. Las muestras previas exceden el límite normativo superior, pero el aumento que experimenta el comportamiento fonatorio funcional tras la intervención ocasiona que las muestras posteriores se sitúen ya dentro de los límites normativos.

El desbalance de la masa de la cubierta es un rasgo que presenta alineamiento entre los dos parámetros objeto de análisis —la mediana y el rango intercuartílico—, porque los valores porcentuales de ambos descienden tras la intervención. Se puede decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 110 expresa los resultados descriptivos en forma de diagramas de caja en el rasgo del desbalance de la tensión de la cubierta.

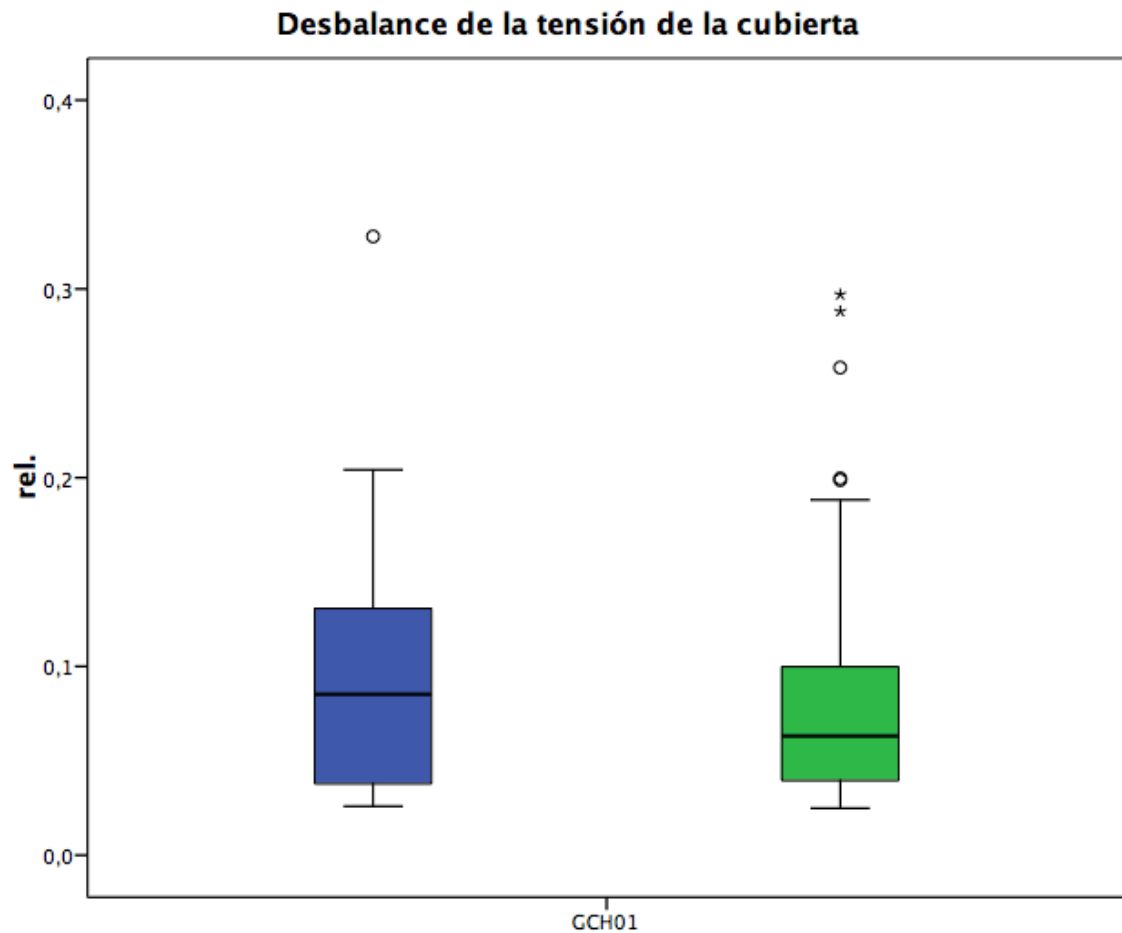


Figura 110. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En las muestras previas a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta los datos se distribuyen de manera simétrica. No destaca una dispersión específica hacia ningún cuartil. Se observa un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. En cambio, en las muestras posteriores se advierte una elevada reducción en su rango intercuartílico —el 33,3 %— que indica un aumento de la homogeneidad de los datos. No obstante, a pesar de la reducción, los datos se distribuyen de manera asimétrica alrededor de la mediana. Existe una cierta dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, la zona donde los datos expresan un comportamiento fonatorio mucho menos funcional. Se observa en estas muestras la

existencia de cinco datos atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil.

La mediana también desciende de manera pronunciada en las muestras posteriores a la intervención —un 25,9 %— y eso refleja un comportamiento fonatorio mucho más funcional. No obstante, las muestras previas a la intervención y las muestras posteriores se sitúan dentro de los límites normativos.

Existe alineamiento entre las variaciones porcentuales observadas en los parámetros analizados, ya que ambos parámetros descienden. La reducción del rango intercuartílico se alinea con una mayor precisión en la estimación del descenso en la disfuncionalidad fonatoria.

Con respecto al temblor fisiológico, la figura 111 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

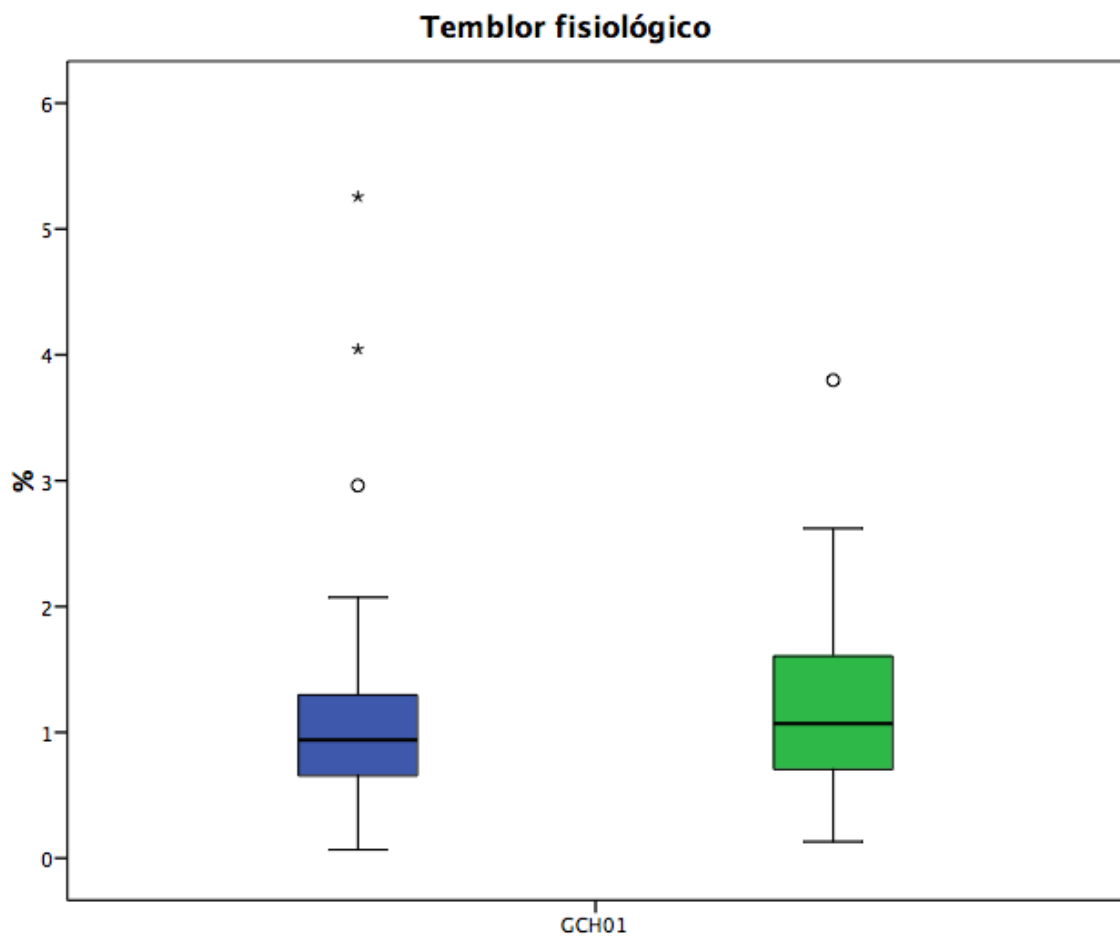


Figura 111. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En los gráficos del temblor fisiológico se puede observar que la mediana en las muestras posteriores a la intervención experimenta un incremento —el 13,8 %—. Esto significa un aumento en el comportamiento fonatorio disfuncional. Las muestras previas a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos mientras que las posteriores sobrepasan el límite superior normativo. Esto quiere decir que el aumento en la disfuncionalidad fonatoria tras la intervención repercute en la pérdida de normatividad del rasgo.

El aumento en la dispersión de los valores tras la intervención —un 38,3 %— indica un ascenso en la heterogeneidad de la distribución. También se observa una cierta dispersión en la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento fonatorio funcional. Las muestras previas ofrecen tres valores atípicos —dos de ellos acusados— y las muestras posteriores se observa un valor atípico moderado, todos ellos por encima del tercer cuartil.

La mediana y el rango intercuartílico posteriores a la intervención de este rasgo experimentan un incremento en sus valores posteriores. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.



A continuación, en la figura 112, se ofrecen los gráficos de caja correspondientes al temblor neurológico.

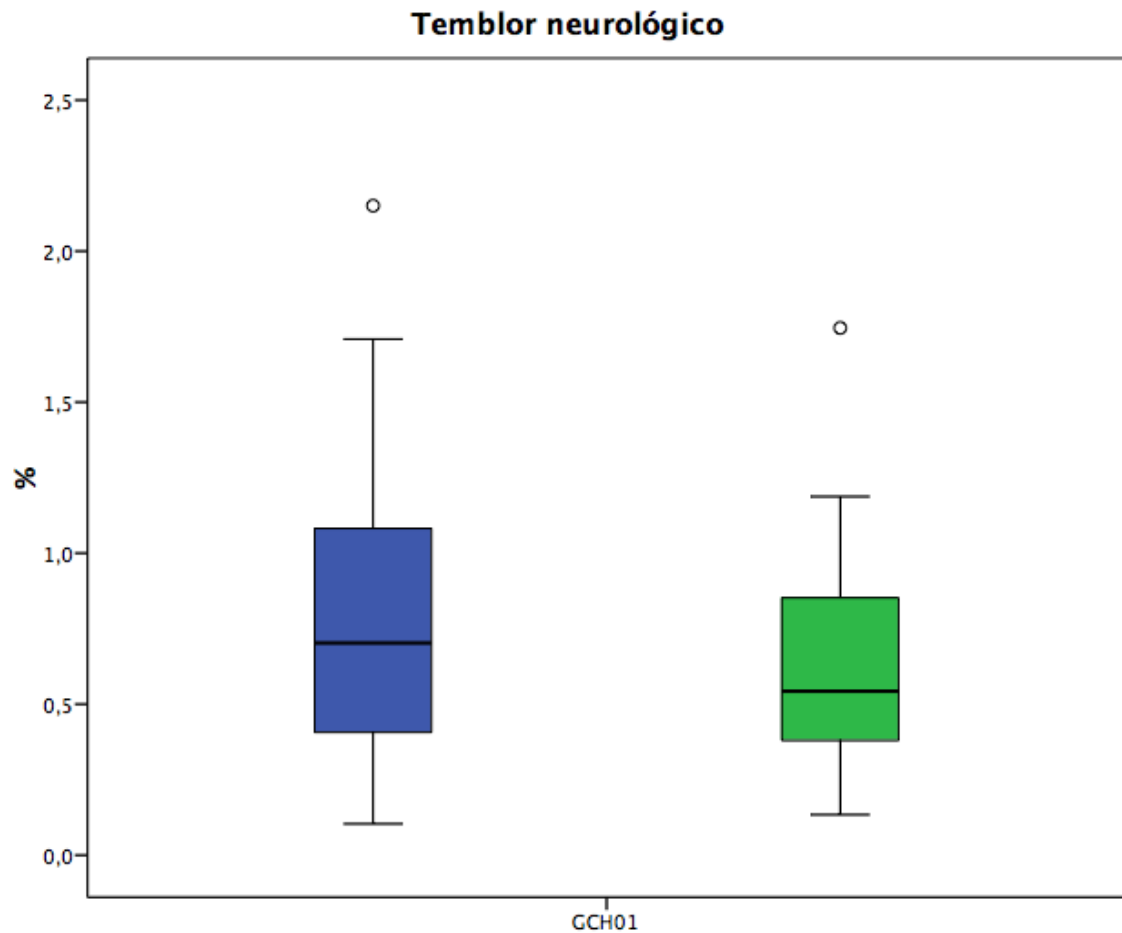


Figura 112. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Mediante los diagramas de caja, se constata en las muestras posteriores a la intervención del temblor neurológico una reducción pronunciada de la dispersión de datos —el 32,1 %— que denota un aumento de la homogeneidad de la distribución y un descenso importante en la variabilidad de la fonación. En ambos grupos muestrales se advierte un cierto incremento de la dispersión de las muestras hacia el tercer cuartil, donde se sitúan los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional; si bien es cierto que la dispersión es superior en las muestras posteriores a la intervención. Este hecho confiere a las muestras un cierto grado de asimetría en la distribución. Asimismo, las muestras previas presentan un dato atípico moderado y las posteriores revelan otro dato atípico moderado, ambos se hallan por encima del tercer

cuartil.

En cuanto al comportamiento de las medianas, la posterior a la intervención desciende un 22,8 % con respecto de la mediana previa. Este descenso supone un aumento en la funcionalidad fonatoria. Tanto las muestras previas como las posteriores se encuentran por encima del límite superior normativo, lo que significa que el descenso expuesto por las muestras posteriores no resulta suficiente como para que dichas muestras se sitúen dentro de los límites normativos.

Los parámetros del rasgo presentan alineamiento. Tanto el comportamiento fonatorio disfuncional como la irregularidad fonatoria descienden tras la intervención. La disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al rasgo del *flutter*, la figura 113 muestra los resultados de los gráficos de caja.

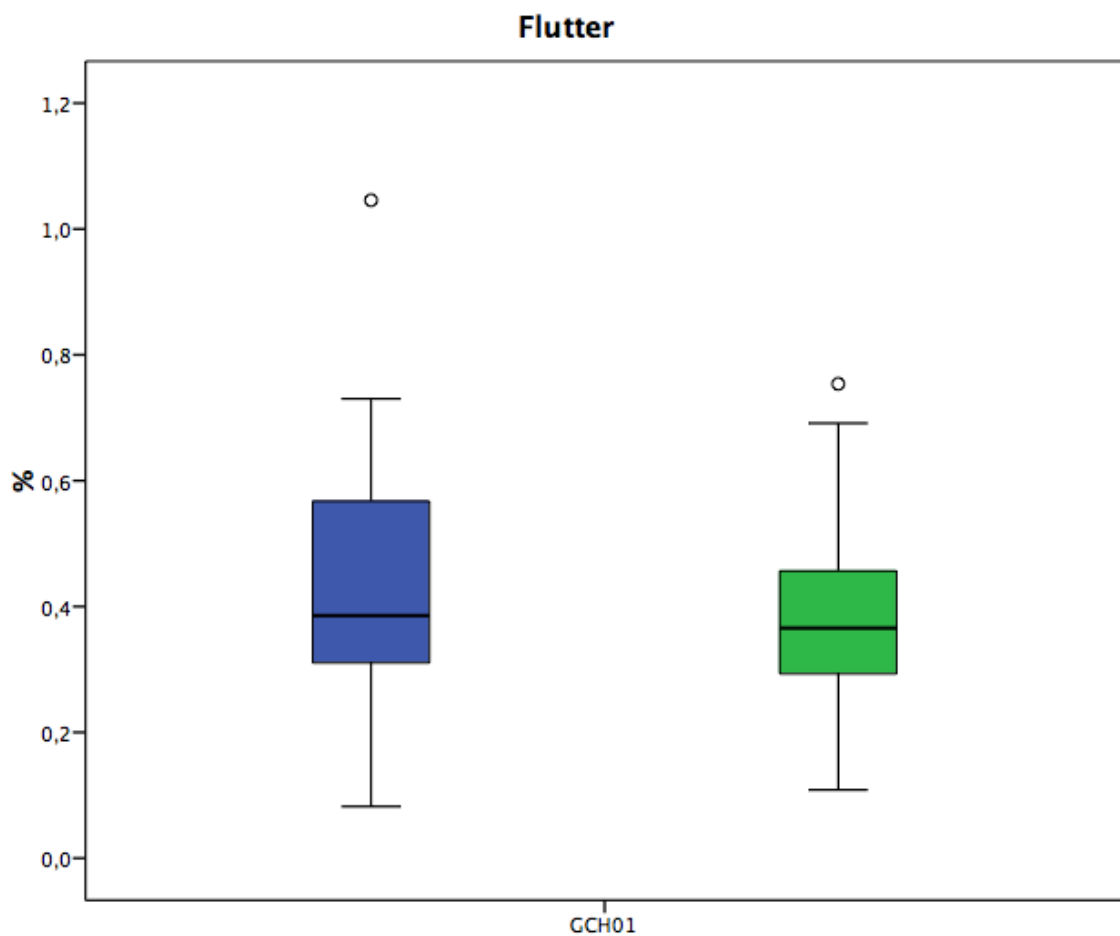


Figura 113. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El *flutter* revela una mayor dispersión de datos en las muestras previas respecto a las posteriores. Estas últimas presentan un gran descenso porcentual —el 37,9 %— que es signo del aumento de la regularidad fonatoria y de la homogeneidad de la distribución. Las muestras previas manifiestan una acusada asimetría debido a la dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Sin embargo, en las muestras posteriores los datos se concentran de manera más simétrica alrededor de la mediana exponiendo la importante reducción de la dispersión del tercer cuartil y corroborando la alta homogeneidad en dichos datos posteriores. En cuanto a los datos atípicos, ambos grupos de muestras constatan un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana posterior a la intervención experimenta un leve descenso porcentual —el 5,2 %—. Es decir, que la fonación gana algo de funcionalidad en su comportamiento, pero tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

Este rasgo manifiesta alineamiento entre los porcentajes de variación mostrados por las medianas y por los rangos intercuartílicos posteriores a la intervención, puesto que ambos descienden. La reducción de los rangos intercuartílicos se alinea con una mayor precisión en la estimación del descenso en la disfuncionalidad fonatoria.

La figura 114 expone los diagramas que reflejan los análisis descriptivos del temblor global.

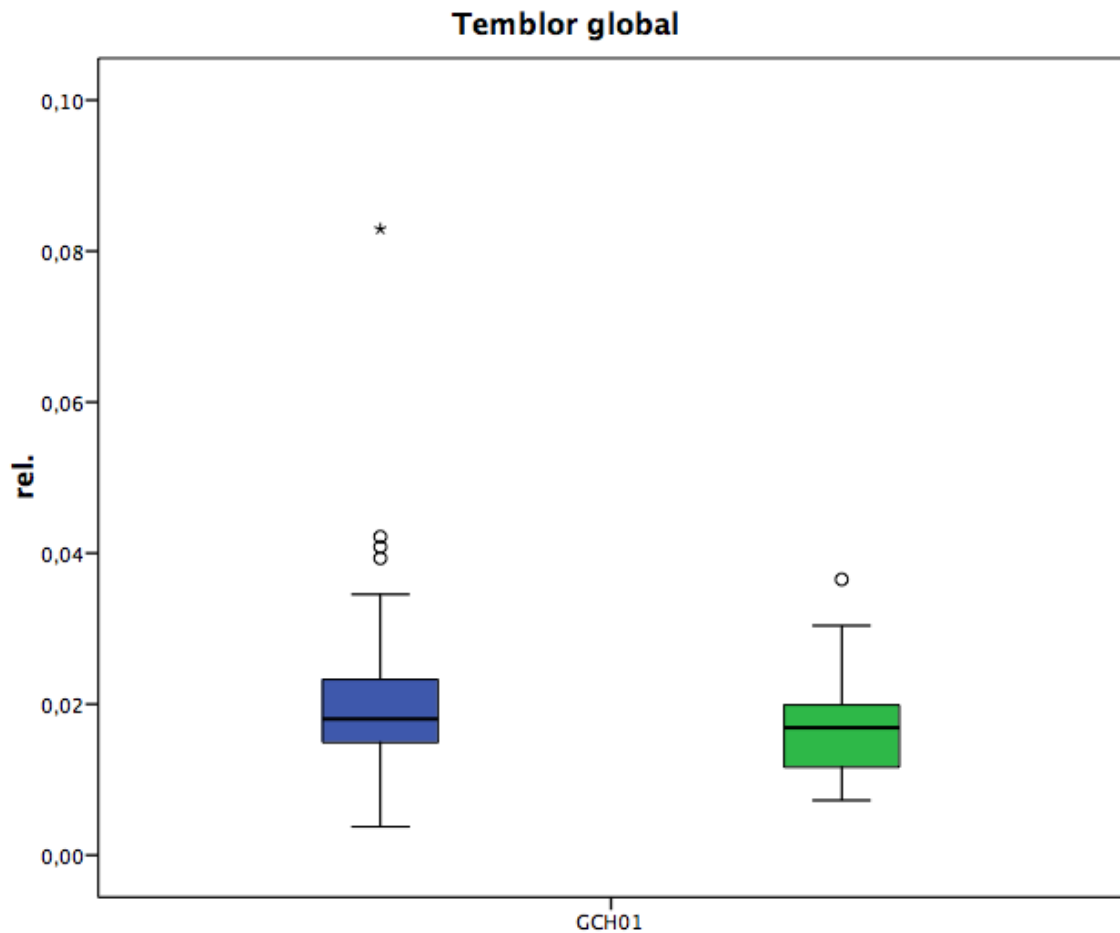


Figura 114. Caso GCH01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El temblor global constata el incremento porcentual en las muestras posteriores a la intervención de la distribución de datos —el 12,5 %— que significa una menor homogeneidad de las muestras posteriores respecto a las previas. En las muestras previas se observa una dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional, y se advierte una cierta asimetría derivada de este hecho. Asimismo, manifiestan dos valores atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil. En cuanto a las muestras posteriores, también expresan una dispersión hacia el primer cuartil, hacia la zona donde los valores expresan un menor comportamiento disfuncional. En las muestras posteriores destaca también una cierta asimetría de la distribución y un dato

atípico moderado por encima del tercer cuartil.

Ni la mediana previa ni la posterior a la intervención exceden los límites normativos. Sin embargo, la mediana de las muestras posteriores disminuye el 11,1 %. Esto quiere decir que el índice de comportamiento fonatorio disfuncional disminuye. Sin embargo, el incremento de la dispersión de los datos indica una escasa fiabilidad de dicha información.

Mediante el test de Wilcoxon se observa si los cambios producidos entre las muestras previas y posteriores a la intervención tienen significación estadística. Se recogen los resultados en la siguiente tabla (véase la tabla 41).

Tabla 41. Caso GCH01. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-0,318	0,751
<i>Jitter</i>	-0,898	0,369
<i>Shimmer</i>	-1,945	0,052
Desbalance de la masa del cuerpo	-0,093	0,926
Desbalance de la tensión del cuerpo	-0,542	0,588
Desbalance de la masa de la cubierta	-0,692	0,489
Desbalance de la tensión de la cubierta	-0,168	0,866
Temblor fisiológico	-0,355	0,722
Temblor neurológico	-0,879	0,379
<i>Flutter</i>	-1,459	0,145
Temblor global	-1,402	0,161

\**p* < 0,05; \*\**p* < 0,01; \*\*\**p* < 0,001

El noveno participante manifiesta una gran heterogeneidad en los resultados de los análisis de sus rasgos fonatorios. Algunos rasgos presentan un ascenso en los valores posteriores a la intervención, otros exhiben un descenso y en otros no se observa variación alguna (véase la tabla 40). Sin embargo, ninguno de los cambios advertidos en los rasgos de este participante es estadísticamente significativo. Ni siquiera en el caso del desbalance de la masa de la cubierta, en el que la intervención lo incluye en los límites de la normalidad. Tampoco obtiene significación estadística el ascenso de las muestras posteriores del temblor fisiológico que sitúan a dichas muestras por encima del límite superior normativo (véase la tabla 40).

La significación global de todos aquellos rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética calculados mediante el test de Wilcoxon ofrece como resultado que el valor  $z$  para los valores de los rasgos es  $-1,700$  y el valor  $p$  es de  $0,089$  ( $p > 0,05$ ). Ni siquiera es necesario aplicar la corrección de Bonferroni. Se puede concluir entonces que los cambios producidos por la intervención no resultan ser estadísticamente significativos en este grupo de rasgos.

En cuanto a los rangos intercuartílicos, el test de Wilcoxon ofrece como resultado un valor  $z$  de  $-1,282$  y un valor  $p$  de  $0,200$  ( $p > 0,05$ ). Así pues, los cambios registrados en la valoración global de las medidas de dispersión tampoco resultan ser estadísticamente significativos para este participante.

Es decir, los cambios globales producidos por la intervención en estos diez rasgos no tienen ningún efecto estadísticamente significativo ni en el grado de disfunción fonatoria ni en la dispersión de los datos.

### Participante 10 (GCH02)

Al comienzo del estudio tiene 79 años. Solo relata hipertensión<sup>61</sup>.

En el test de Shapiro-Wilk se observa que la mayoría de rasgos presentan una distribución no normal ( $p < 0,05$ ) a excepción de dos de ellos. Los que resultan ser normales ( $p > 0,05$ ) son la frecuencia fundamental tanto previa a la intervención ( $p = 0,576$ ) como posterior ( $p = 0,530$ ); el temblor fisiológico posterior a la intervención ( $p = 0,220$ ) y el *flutter* posterior a la intervención ( $p = 0,183$ ). Así pues, se asume la no normalidad y se aplican pruebas no paramétricas para el análisis estadístico de los rasgos de este participante. El test de Wilcoxon es el indicado para determinar la significación estadística rasgo a rasgo. Para la valoración conjunta, se añade, además, la corrección de Bonferroni.

En la tabla 42 se evidencian los resultados de las medianas y los rangos intercuartílicos obtenidos de las grabaciones anteriores y posteriores a la intervención. Además, se indican aquellas medianas que se encuentran fuera de los límites normativos, según la base de datos de referencia utilizada por la herramienta de análisis.

Tabla 42. Caso GCH02. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgo	Unidad	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	137	146	10	15
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,006	0,006	0,004	0,005
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,018	0,018	0,016	0,007
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,002	0,002	0,002	0,002
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,014	0,015	0,009	0,012
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,046	0,035	0,046	0,029
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,035	0,023	0,038	0,024
Temblor fisiológico	%	0,403	0,423	0,550	0,417
Temblor neurológico	%	0,264	0,237	0,217	0,213
<i>Flutter</i>	%	0,172	0,165	0,142	0,119
Temblor global	(rel.)	0,007	0,007	0,006	0,005

<sup>61</sup> Siempre tuvo problemas de fonación, pero sin ninguna patología diagnosticada. Nunca ha cantado como aficionado ni tampoco ha estudiado canto aunque participaba en un grupo como guitarrista cuando era joven.

El resultado de las medidas descriptivas es muy heterogéneo en cuanto a los valores observados en las medianas previas y posteriores. Se pueden observar algunos rasgos que incrementan los valores de las medianas posteriores, en otros existe un descenso y en la mayoría de los rasgos analizados no existe ningún tipo de variación. Además, todas las medianas de los rasgos —a excepción de la mediana posterior a la intervención de la frecuencia fundamental— se hallan dentro de los límites normativos.

Entre el grupo que presenta un incremento en los valores de sus medianas posteriores a la intervención respecto a los valores previos se encuentra la frecuencia fundamental. En dicho rasgo, la diferencia entre las muestras previas, cuyo valor de mediana es de 137 Hz, y las posteriores con un valor de 146 Hz en su mediana, es de 9 Hz de aumento. Además, mientras que la mediana de las muestras previas se encuentra a 5 Hz de distancia por debajo del límite normativo superior —cuyo valor para este rasgo es de 142 Hz—, la mediana de las muestras posteriores excede en 4 Hz dicho valor máximo; es decir, el incremento posterior deja a dichas muestras fuera del límite normativo superior.

El desbalance de la tensión del cuerpo es otro de los rasgos que presentan un ascenso en los valores de sus medianas posteriores a la intervención. No obstante, tanto el valor previo —0,014 (rel.)— como el posterior —0,015 (rel.)— se encuentran dentro de los límites normativos —cuyo valor máximo para este rasgo es de 0,03 (rel.)—. La diferencia entre la mediana de las muestras posteriores a la intervención respecto a la previa es de 1 milésima (rel.). Por último, el tercer rasgo de estas características es el temblor fisiológico, que muestra un incremento en el valor de la mediana posterior —0,403 %— respecto a la previa —0,550 %— de 20 milésimas. A pesar de dicho incremento, tanto el valor previo como el posterior se encuentran dentro de los límites normativos.

En cuanto a los rasgos que constatan un descenso en la mediana de las muestras posteriores respecto a las muestras previas, todos ellos se encuentran dentro de los límites normativos. El desbalance de la masa de la cubierta muestra un descenso de 11 milésimas en la mediana de las muestras posteriores —cuyo valor es de 0,035 (rel.)— respecto a la mediana de las muestras previas a la intervención —



cuyo valor es de 0,046 (rel.)—. El descenso en el desbalance de la tensión de la cubierta de la mediana posterior a la intervención —con un valor de 0,023 (rel.) — supone 12 milésimas de bajada respecto a la mediana previa con un valor de 0,035 (rel.)—. El temblor neurológico es un rasgo que muestra un descenso mayor, puesto que la diferencia entre la mediana de las muestras posteriores a la intervención —cuyo valor es de 0,237 %— respecto a la previa —cuyo valor es de 0,264 %— es de 27 milésimas de reducción. Y, por último, el *flutter* desciende solo 7 milésimas en la mediana posterior —cuyo valor es de 0,165 %— respecto a la previa —cuyo valor es de 0,172 %—.

Asimismo, también en los rasgos que no muestran cambios de los valores de sus medianas previas y posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos. El *jitter* muestra en su mediana previa y posterior a la intervención un valor de 0,006 (rel.); el *shimmer* presenta valores de 0,018 (rel.) en ambas medianas; en el desbalance de la masa del cuerpo se observan valores de 0,002 (rel.) y en el temblor global, 0,007 (rel.) para la mediana previa y para la posterior a la intervención.

En la tabla 43 se presentan los porcentajes de incremento o disminución en las medianas y los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo respecto a las previas de este décimo participante.

Tabla 43. Caso GCH02. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	6,6	50
<i>Jitter</i>	0	25
<i>Shimmer</i>	0	-56,3
Desbalance de la masa del cuerpo	0	0
Desbalance de la tensión del cuerpo	7,1	33,3
Desbalance de la masa de la cubierta	-23,9	-37
Desbalance de la tensión de la cubierta	-34,3	-36,8
Temblor fisiológico	5	-24,2
Temblor neurológico	-10,2	-1,8
<i>Flutter</i>	-4,1	-16,2
Temblor global	0	-16,7

La información porcentual que presentan las diferencias entre las medianas previas y posteriores a la intervención es muy heterogénea. En cuatro rasgos se observa un descenso, en otros tres se advierte un incremento y en el resto de los rasgos no existen cambios.

El desbalance de la tensión de la cubierta y el desbalance de la masa de la cubierta son los rasgos que mayor porcentaje de descenso presentan —el 34,3 % y el 23,9 %— respectivamente. El temblor neurológico exhibe un menor porcentaje de descenso —el 10,2 %— y el *flutter* es el rasgo que menos descenso revela —el 4,1 %—. La intervención causa en todos estos rasgos un incremento en la funcionalidad fonatoria aunque ninguno de ellos, ni antes ni después de la intervención, revela medianas fuera de los límites normativos.

El *jitter*, el *shimmer*, el desbalance de la masa del cuerpo y el temblor global no muestran variación alguna en los valores de sus medianas antes y después de la intervención y ambas se encuentran dentro de los límites normativos. En otros tres rasgos se observa un ascenso en las medianas posteriores a la intervención; es decir, aumenta el índice de disfunción fonatoria. El rasgo que mayor incremento expone es el desbalance de la tensión del cuerpo —con el 7,1 %—. Y el que menor incremento revela es el temblor fisiológico —con un 5 % de incremento—; ambos sitúan sus muestras previas y posteriores dentro de los límites normativos. En la frecuencia fundamental —con el 6,6 % de ascenso— se observa que las muestras previas a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos, pero el incremento en las posteriores las sitúa por encima de dicho límite; en otras palabras, aumenta la disfunción fonatoria.

Los rangos intercuartílicos también resultan muy heterogéneos. En este caso, siete de los rasgos analizados revelan un descenso en los rangos intercuartílicos posteriores a la intervención, tres de ellos exponen un ascenso y el último no indica ningún tipo de variación.

El rasgo que muestra una mayor reducción en la dispersión de los datos y, con ello, el aumento de la homogeneidad, es el *shimmer* —con un 56 % de reducción—. Otro grupo de rasgos que presenta unos descensos muy acusados y que también exponen incrementos en la regularidad fonatoria son el desbalance de la masa de la

cubierta —con el 37 %—, el desbalance de la tensión de la cubierta —con el 36,8 %— y el temblor fisiológico —con el 24,2 %—. El temblor global —con el 16,7 %— y el *flutter* —con el 16,2 %— muestran descensos menos pronunciados y una menor reducción en la variabilidad fonatoria junto con el temblor neurológico, que es el rasgo que menos descenso exhibe —1,8 %—.

El desbalance de la masa del cuerpo no muestra ninguna variación entre los rangos intercuartílicos previos y posteriores a la intervención. Los tres rasgos en los que se observa un incremento en los valores de dispersión de datos posteriores a la intervención son, en primer lugar, la frecuencia fundamental —con un 50 % de aumento—, el desbalance de la tensión del cuerpo —con un 33,3 %— y el *jitter* —con un 25 % de subida—.

Hay cuatro rasgos que manifiestan una gran similitud porque los valores de sus medianas y sus rangos intercuartílicos expresan un descenso para las muestras posteriores a la intervención. La disfunción fonatoria se reduce, pues, asumiendo alta fiabilidad. Se trata del desbalance de la masa de la cubierta, del desbalance de la tensión de la cubierta, del temblor neurológico y del *flutter*.

Otros dos rasgos presentan alineamiento, aunque las medianas y los rangos intercuartílicos se incrementan en los valores posteriores a la intervención. Son la frecuencia fundamental y el desbalance de la tensión del cuerpo. En este caso, la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

Hay cuatro rasgos cuyas medianas no exhiben variación entre las muestras previas y posteriores a la intervención. En cuanto a los rangos intercuartílicos, el *shimmer* y el temblor global experimentan un descenso, y ese hecho es positivo en sí mismo. El *jitter* incrementa el valor posterior del rango intercuartílico lo que expresa un empeoramiento de la distribución y el desbalance de la masa del cuerpo no presenta ningún tipo de variación entre las muestras previas y posteriores en la dispersión de los datos.

Un solo rasgo, el temblor fisiológico, revela que, mientras que la mediana posterior aumenta su valor, el rango intercuartílico desciende; es decir, la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo una alta fiabilidad.

En los diagramas de caja que siguen a continuación se pueden observar los cambios descritos anteriormente. En la figura 115 aparecen los diagramas de caja concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental.

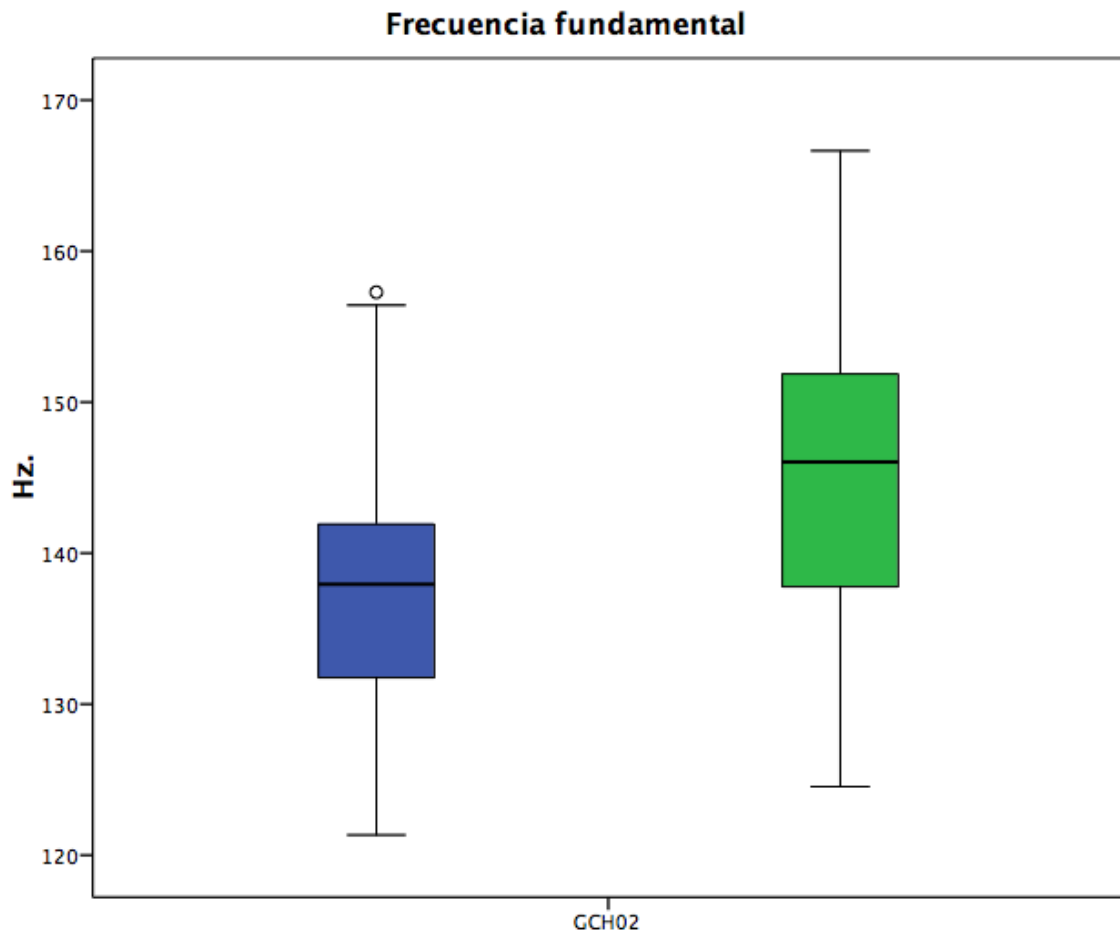


Figura 115. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se puede observar en los gráficos que las muestras posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental presentan un aumento pronunciado en la dispersión de los datos —un 50 %— respecto a las previas lo que señala una heterogeneidad muy elevada en los datos posteriores. Las muestras previas y las posteriores a la intervención exponen una moderada dispersión en la distribución hacia el primer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento funcional. La simetría en ambos casos no es alta, puesto que los valores no se distribuyen por igual en torno a la mediana. Asimismo, se advierte en el gráfico previo a la intervención un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención incrementa ligeramente su valor respecto a la previa —un 6,6 %—. Las muestras posteriores exceden el límite normativo superior.

La frecuencia fundamental es un rasgo que presenta alineamiento entre los dos parámetros objeto de análisis —la mediana y el rango intercuartílico—, los valores porcentuales de ambos se incrementan tras la intervención. Se puede decir que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

A continuación, en la figura 116, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al *jitter*.

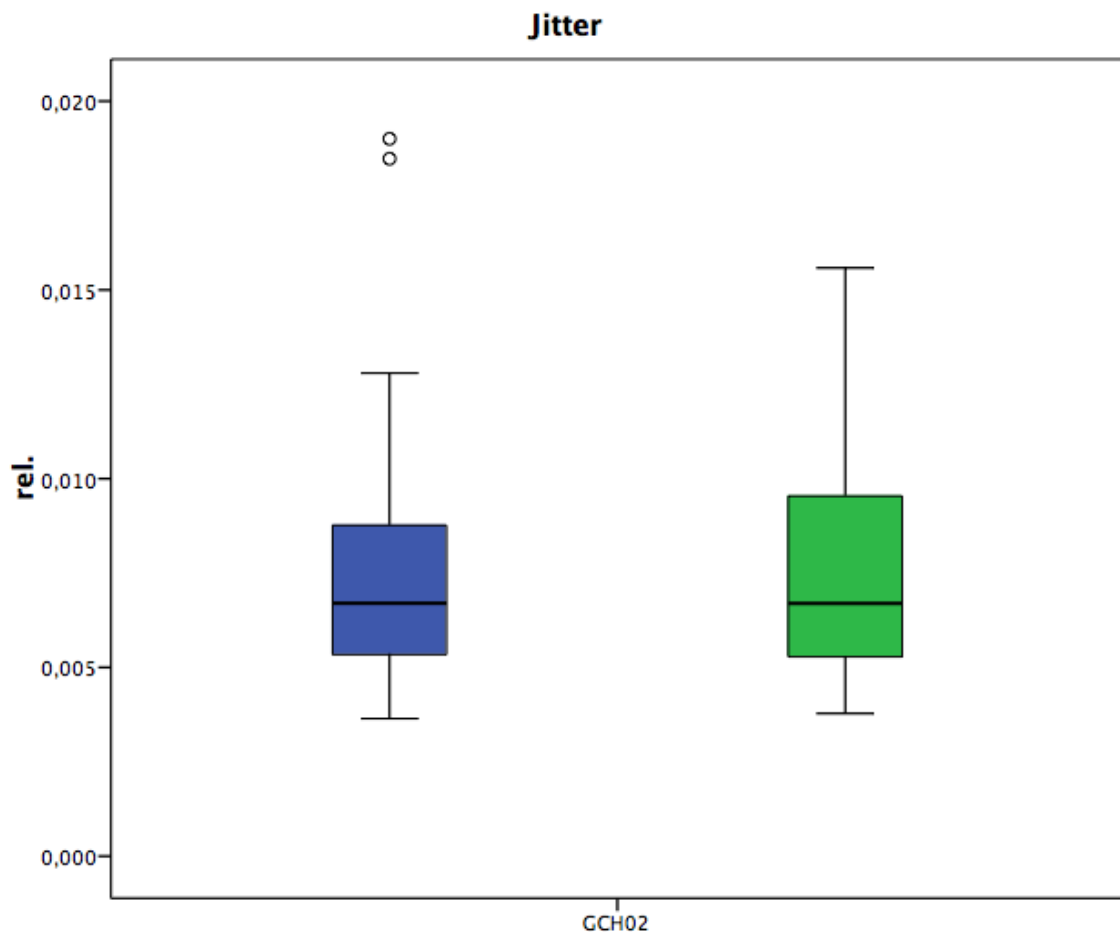


Figura 116. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el diagrama de caja de las muestras posteriores a la intervención del *jitter* destaca el aumento en la dispersión de los datos —el 25 %— respecto a las muestras previas. Esto denota una pérdida de homogeneidad en la distribución. Las muestras previas y las posteriores a la intervención exponen una dispersión en la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Aunque en el caso de las muestras posteriores, la dispersión es mucho más pronunciada. No existe simetría en ninguno de los grupos de muestras. No obstante, se advierte una mayor simetría en las muestras previas a la intervención. Asimismo, las muestras previas revelan dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil.

No se observa ningún tipo de variación entre la mediana previa y la posterior a la intervención; es decir, el comportamiento fonatorio no mejora ni empeora tras la intervención. Ambas medianas resultan normativas.

El dato del aumento del rango intercuartílico posterior a la intervención es un dato negativo, la distribución empeora aunque las medianas no experimentan variación alguna.

La figura 117 muestra el resultado de los análisis realizados para el *shimmer*.

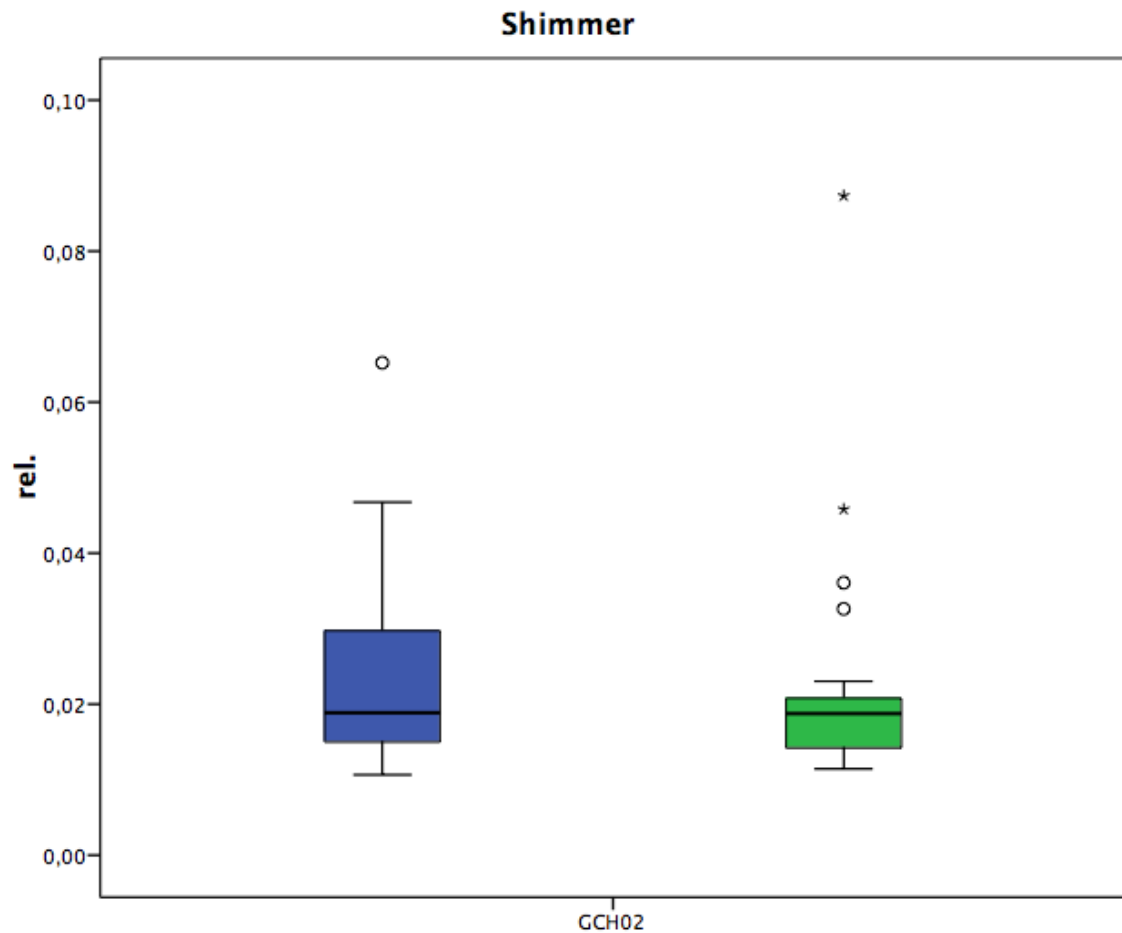


Figura 117. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En las muestras previas a la intervención del *shimmer* se observa que los datos se encuentran más dispersos que en las muestras posteriores. Este hecho indica una mayor heterogeneidad en dichos datos. Además, presenta una dispersión pronunciada hacia el tercer cuartil, es decir, por encima de la mediana, revelando un mayor comportamiento fonatorio disfuncional. Existe un valor atípico acusado por encima del tercer cuartil. En cuanto a la gráfica correspondiente a las muestras posteriores a la intervención se observa, en primer lugar, la reducción en el rango intercuartílico —un 56,3 %— respecto a las muestras previas. Esta reducción ocasiona un incremento en la homogeneidad de la distribución. La distribución en las muestras posteriores se dispersan en el primer cuartil, la zona donde los valores expresan un comportamiento mucho más funcional. La simetría aumenta de manera patente. Estas muestras

presentan cuatro valores atípicos —dos de ellos acusados—, todos ellos por encima del tercer cuartil.

No se advierte variación entre los valores de la mediana previa y la posterior a la intervención. Ambas medianas se encuentran dentro de los límites normativos. A pesar de la falta de variación, la pronunciada reducción en la dispersión de datos es un elemento de mejora a considerar.

La figura 118 expone los resultados de los análisis descriptivos del desbalance de la masa del cuerpo en forma de gráficos de caja.

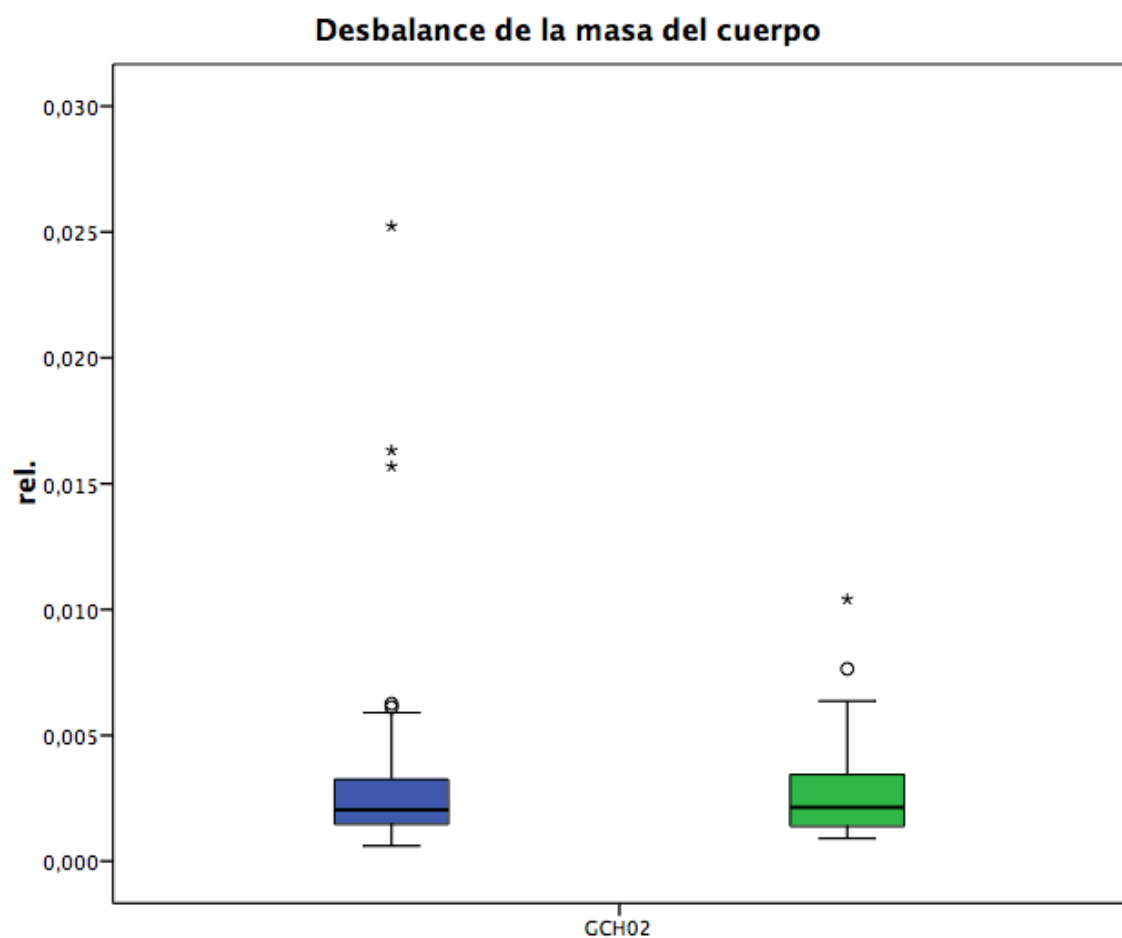


Figura 118. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.



El desbalance de la masa del cuerpo no presenta variación entre las muestras previas y posteriores a la intervención ni en la dispersión de datos ni en los valores de las medianas. Es decir, las muestras posteriores exponen una falta de diferencia respecto a las muestras previas tanto en el comportamiento fonatorio funcional como en la dispersión de los datos. La única diferencia entre ambos grupos de muestras reside en los datos atípicos que presentan. En las muestras previas se observan cinco datos atípicos —tres de ellos acusados— por encima del tercer cuartil. En cambio, tras la intervención las muestras reflejan dos datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil. Este hecho supone una mejora.

A continuación, en la figura 119, se ofrecen los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la tensión del cuerpo.

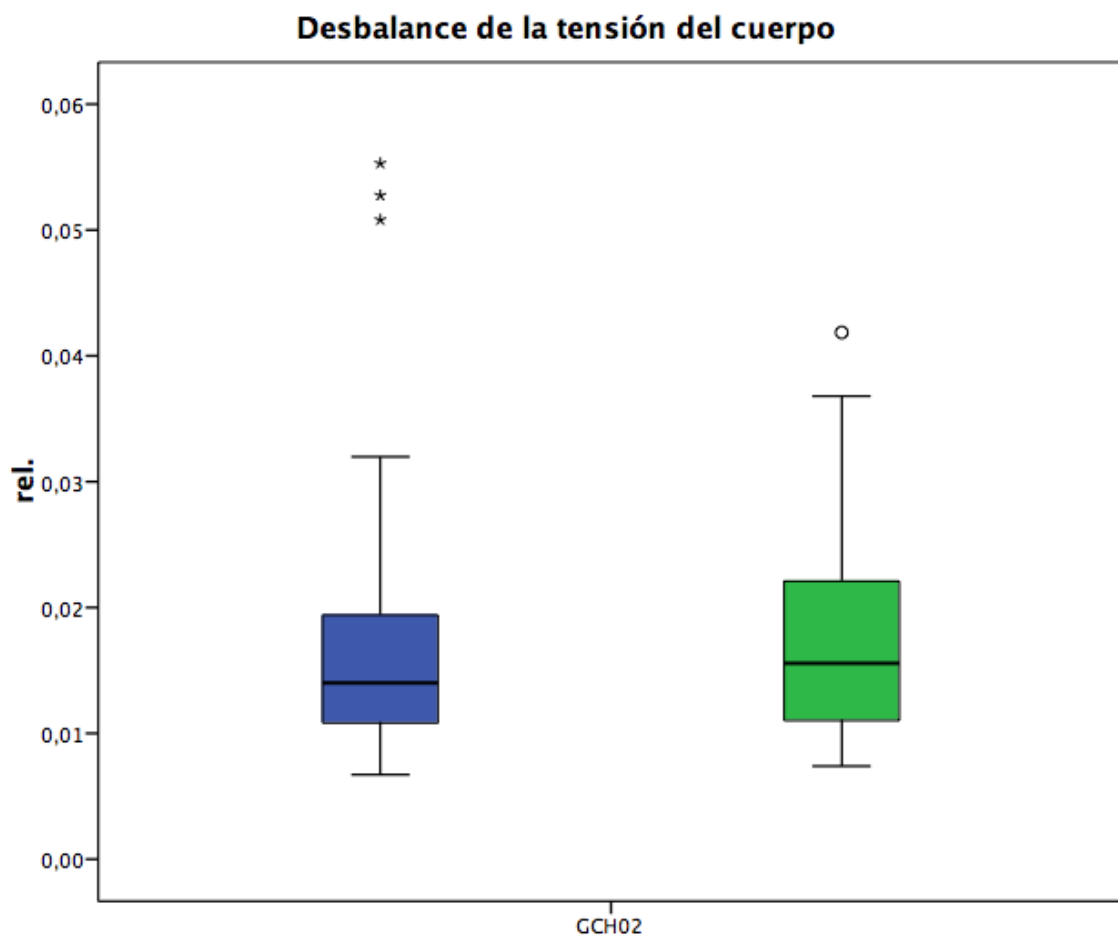


Figura 119. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se puede observar en los gráficos, para el desbalance de la tensión del cuerpo, un acusado incremento en la dispersión de los datos de las muestras posteriores —un 33,3 %— respecto de las previas, lo que señala una alta heterogeneidad en la distribución y un descenso importante en la dispersión de los datos. Las muestras previas y las posteriores a la intervención exhiben una dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. La dispersión hacia el tercer cuartil es algo más elevada en las muestras posteriores. Ni en las previas ni en las posteriores se detecta una gran simetría. Las muestras previas ofrecen tres valores atípicos acusados mientras que en las posteriores se advierte un solo valor atípico moderado. Todos los datos atípicos se encuentran por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención aumenta su valor respecto a los valores previos—un 7,1 %—, es decir, la fonación pierde funcionalidad en su comportamiento. Ninguna de las medianas excede los límites normativos.

En el desbalance de la tensión del cuerpo los dos parámetros objeto de análisis —la mediana y el rango intercuartílico— se elevan tras la intervención. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo baja fiabilidad.

A continuación, en la figura 120, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la masa de la cubierta.

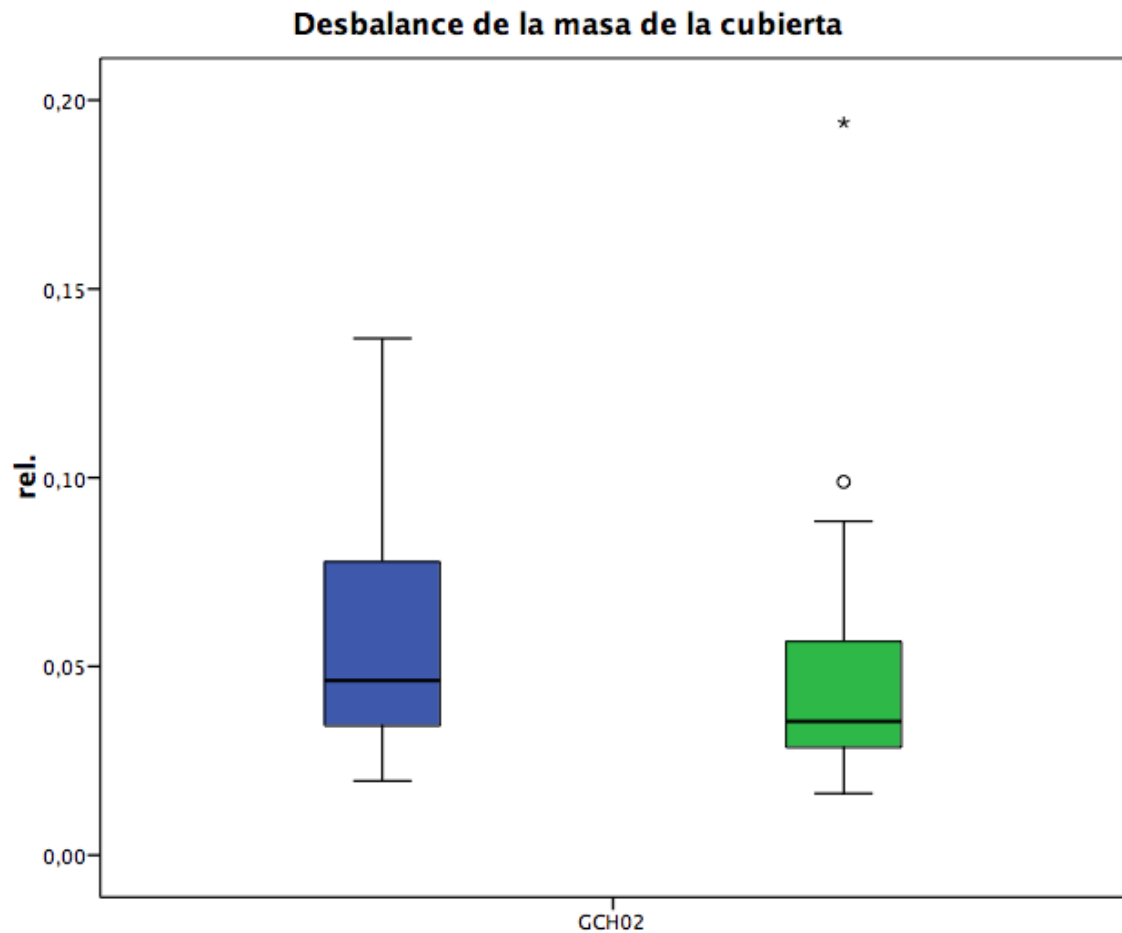


Figura 120. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se puede observar en el gráfico que las muestras posteriores del desbalance de la masa de la cubierta se reducen un 37 % con respecto de las muestras previas. Esto indica una gran homogeneidad en la distribución. Las muestras previas a la intervención manifiestan una dispersión pronunciada en la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. La distribución resulta completamente asimétrica. En cambio, en las muestras posteriores a intervención, la dispersión disminuye aunque no por completo. La asimetría sigue existiendo en este conjunto de muestras y se observan dos datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención refleja un descenso del 23,9 % con respecto a la mediana previa, lo que indica un comportamiento fonatorio mucho más funcional. A pesar de todo, tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se hallan dentro de los límites normativos.

Los dos parámetros examinados del desbalance de la masa de la cubierta presentan alineamiento, ya que los valores porcentuales de ambos descienden tras la intervención. Se puede, pues, interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura siguiente, la 121, se ofrecen los gráficos de caja correspondientes al rasgo del desbalance de la tensión de la cubierta.

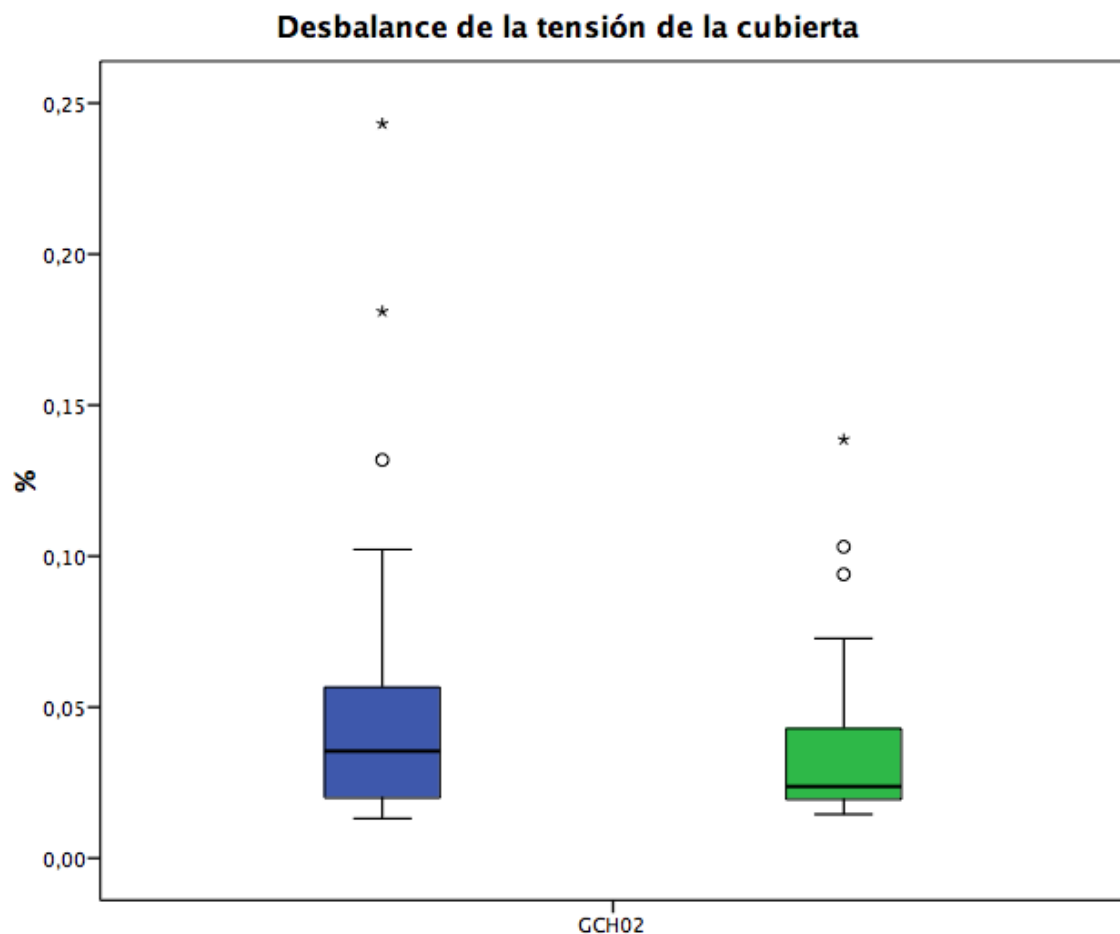


Figura 121. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el gráfico correspondiente a las muestras posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta se observa un elevado descenso de la dispersión de datos —un 36,8 %— que significa un incremento en la homogeneidad de la distribución y en la regularidad fonatoria. Las muestras previas manifiestan una cierta asimetría debido a la dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. En las muestras posteriores los datos se dispersan por encima de la mediana. La dispersión hacia el tercer cuartil resulta más pronunciada en relación con lo que sucede en las muestras previas. Las muestras previas revelan tres datos atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil. Las posteriores exponen tres datos atípicos —uno de ellos acusado— también por encima del tercer cuartil.

La mediana posterior a la intervención desciende un 34,3 % respecto de las muestras previas lo que indica un aumento en el comportamiento fonatorio funcional. Las muestras previas y las posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

El desbalance de la tensión de la cubierta manifiesta alineamiento entre las medianas y los rangos intercuartílicos, puesto que ambos descienden y se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 122 expone los diagramas que reflejan los análisis descriptivos del temblor fisiológico.

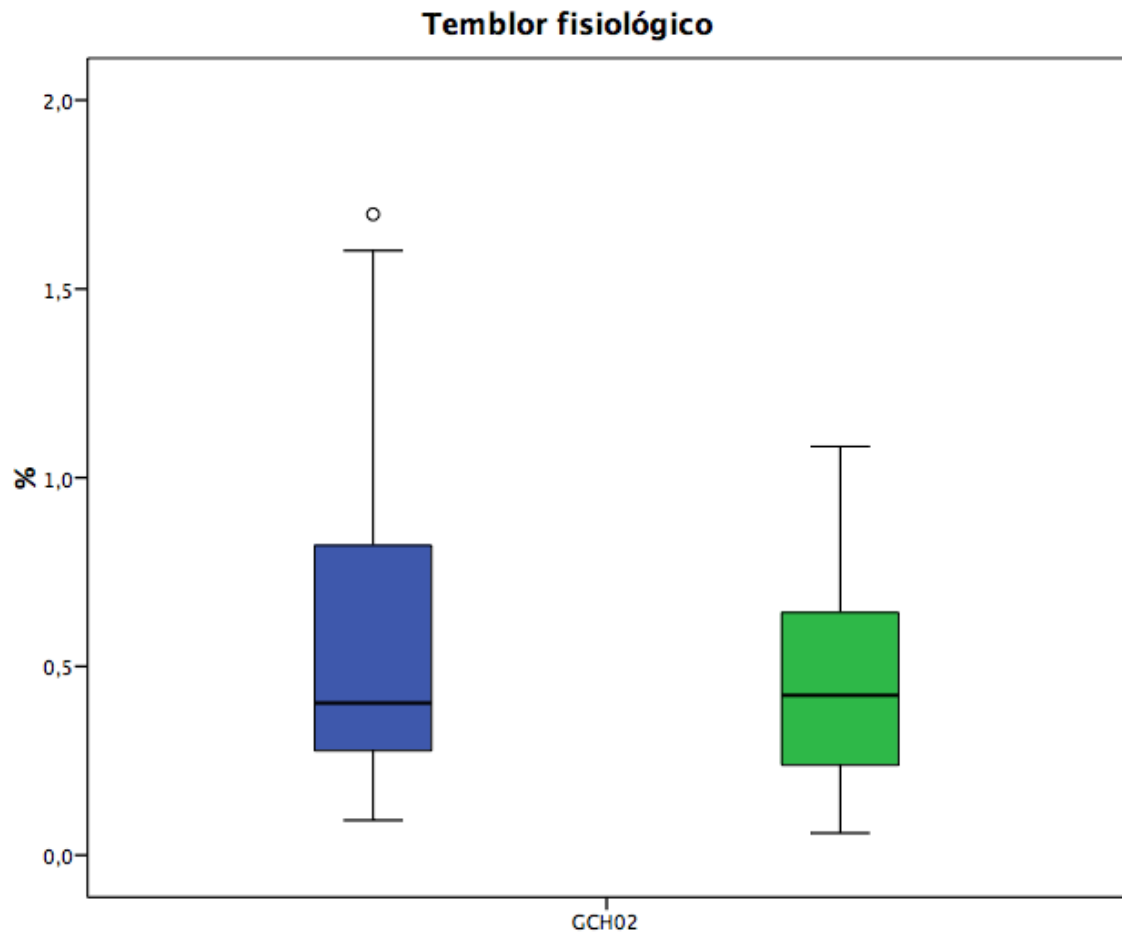


Figura 122. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas a la intervención del temblor fisiológico presentan una elevada dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, hacia la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional, y una alta asimetría en la distribución. También se advierte un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. Las muestras posteriores a la intervención reducen en gran medida la dispersión. Este grupo de muestras se distribuye de forma prácticamente simétrica alrededor de la mediana. La dispersión de datos desciende un 24,2 %. Esto significa un aumento en la homogeneidad de la distribución y en la regularidad fonatoria respecto a las muestras previas.

La mediana posterior a la intervención experimenta un ligero ascenso —el 5 %— respecto a las muestras previas, lo que indica un aumento en el comportamiento fonatorio disfuncional. Las muestras previas y las posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

La disfunción fonatoria aumenta y se asume una alta fiabilidad.

Los gráficos de caja que reflejan los análisis del temblor neurológico se recogen en la figura 123.

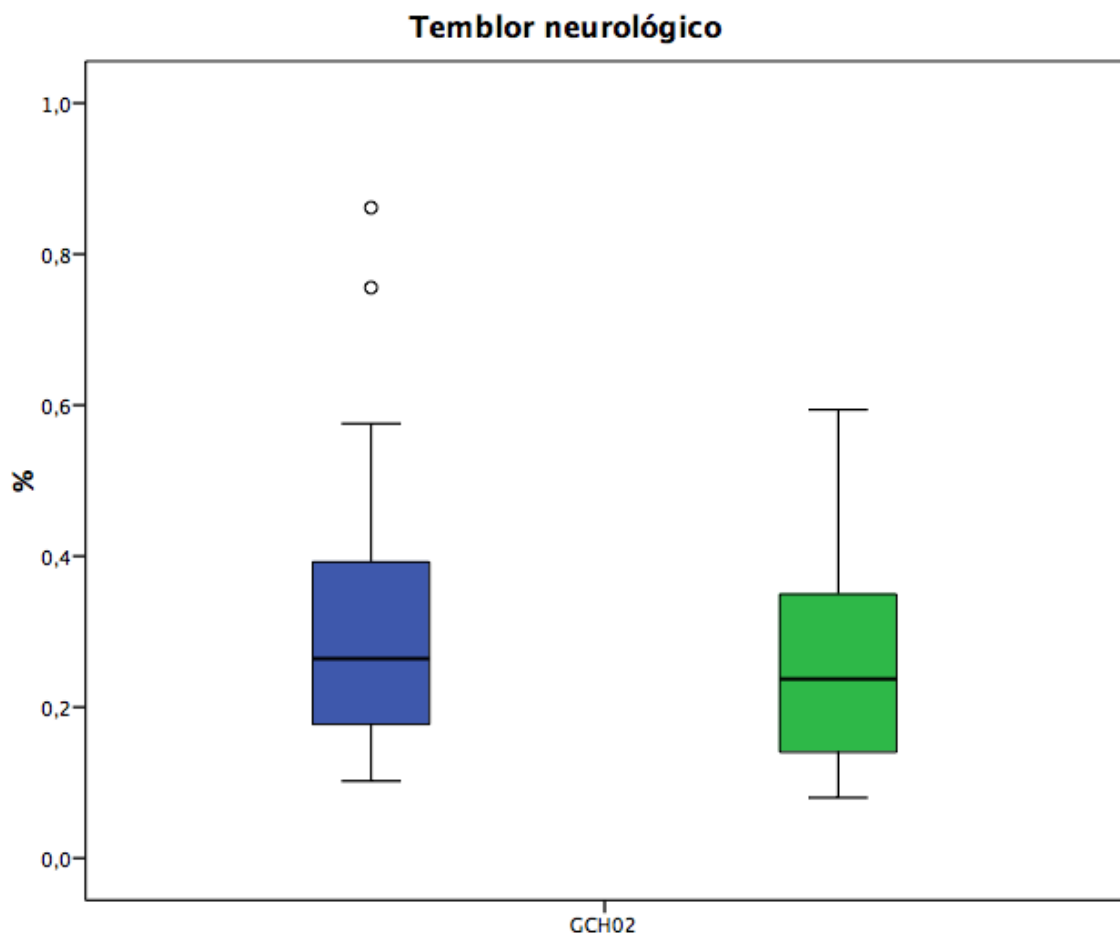


Figura 123. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El temblor neurológico revela una leve reducción en la dispersión de datos en las muestras posteriores respecto a las previas —el 1,8 %— que es indicativo del aumento de la homogeneidad en la distribución. Las muestras previas revelan una alta dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores expresan una mayor disfuncionalidad. La asimetría es mayor en las muestras previas, en las

posteriores se reduce acusadamente. Además, las muestras previas revelan dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil.

La mediana posterior a la intervención experimenta un moderado descenso porcentual —el 10,2 %—. Esto indica que la fonación aumenta su comportamiento funcional. Tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

Este rasgo manifiesta alineamiento entre la variación mostrada por la mediana y por el rango intercuartílico. Ambos descienden y, así se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al *flutter*, la figura 124 que aparece a continuación expone los diagramas obtenidos.

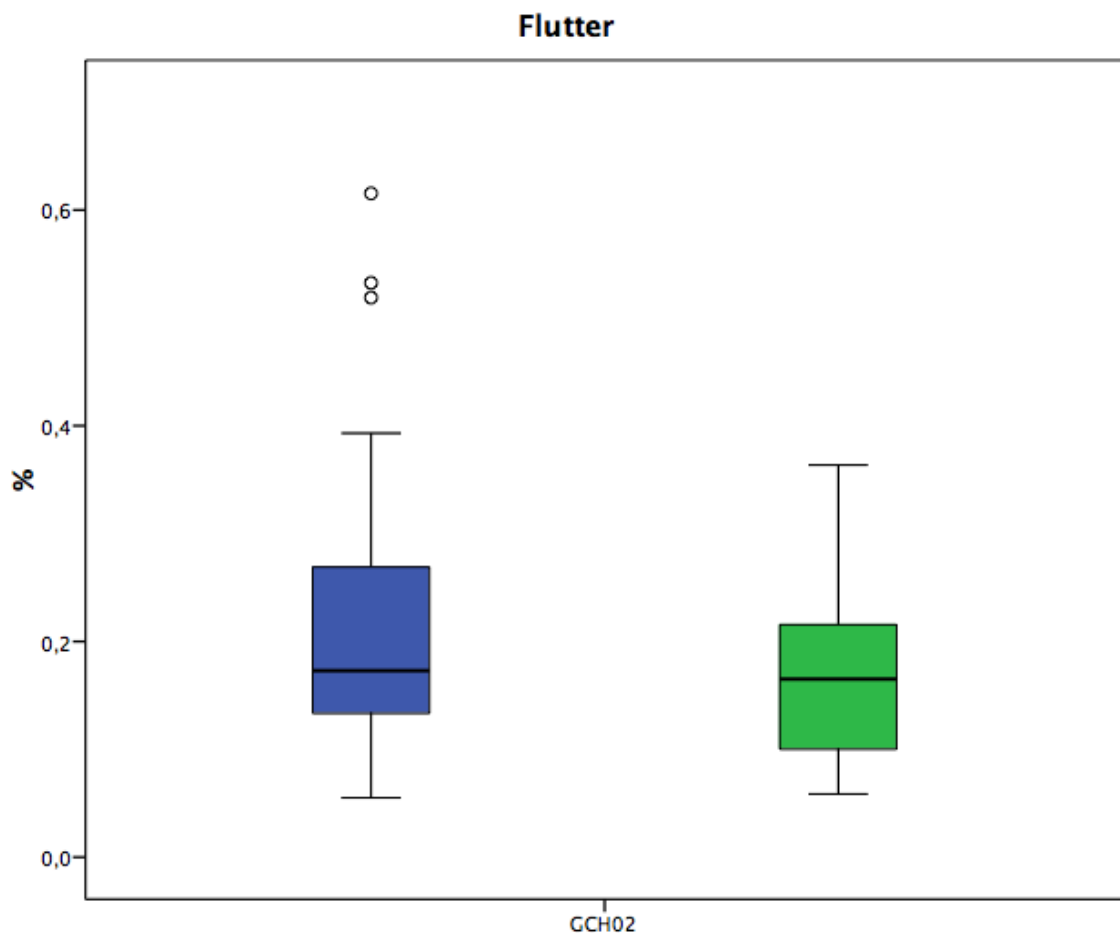


Figura 124. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.



Mediante los diagramas de caja, se constata en las muestras posteriores a la intervención del *flutter* una reducción de la dispersión de datos del 16,2 %, lo que denota un aumento de la homogeneidad de la distribución y un descenso en la variabilidad de la fonación. En ambos grupos muestrales se advierte una cierta asimetría en la distribución. En el caso de las muestras previas se observa una dispersión de las muestras hacia el tercer cuartil, donde se sitúan los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. En el caso de las muestras posteriores, la dispersión se produce hacia el primer cuartil, donde se sitúan los valores de menor comportamiento disfuncional. Asimismo, las muestras previas presentan tres datos atípicos moderados que se hallan por encima del tercer cuartil.

La mediana posterior a la intervención desciende levemente —un 4,1 %— respecto a la mediana previa. Esto significa que tras la intervención existe una ligera reducción en la disfuncionalidad fonatoria a pesar de que tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se hallan dentro de los límites normativos.

Los parámetros del *flutter* presentan alineamiento. Tanto el comportamiento fonatorio disfuncional como la dispersión de los datos descienden. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al rasgo del temblor vocal, la figura 125 muestra los resultados de los gráficas de caja.

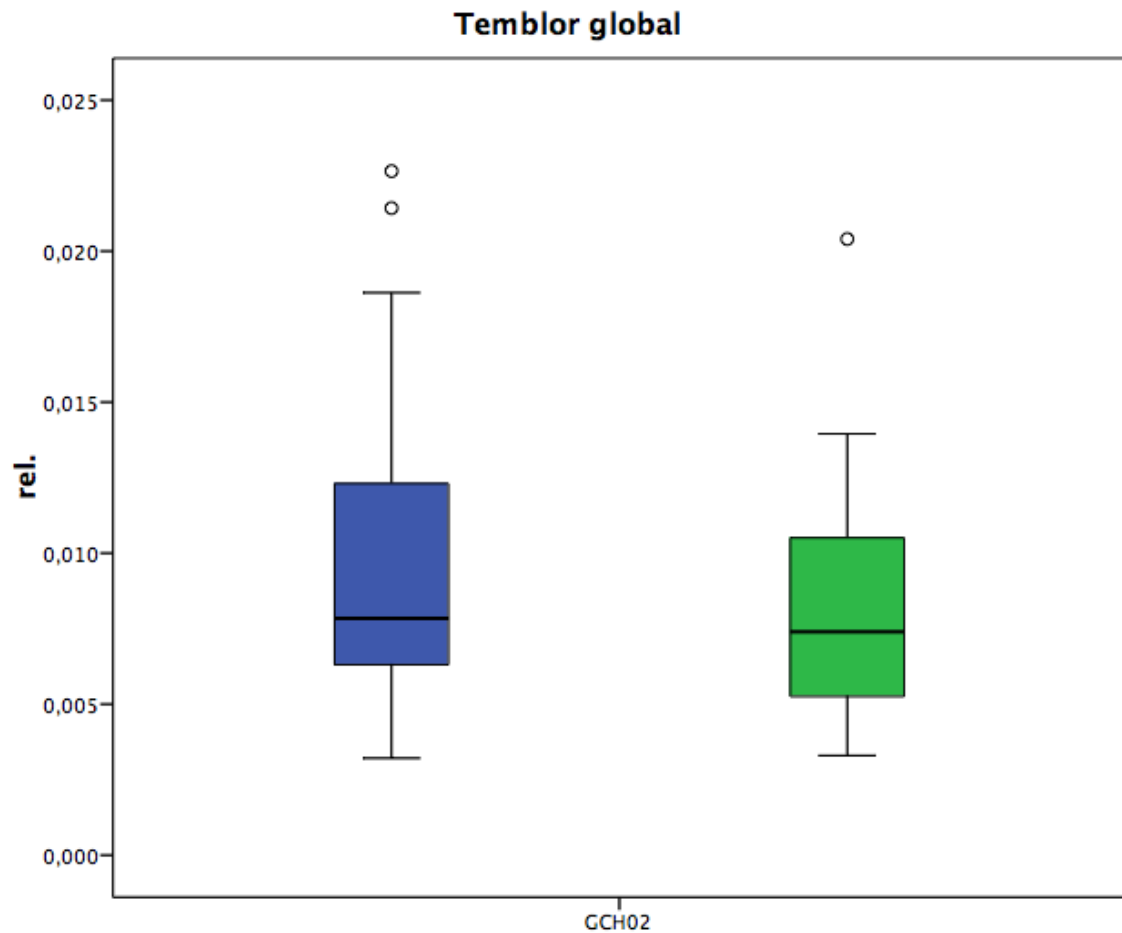


Figura 125. Caso GCH02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Los diagramas de caja constatan que las muestras previas a la intervención en el temblor global manifiestan una elevada dispersión de datos hacia el tercer cuartil, la zona donde se sitúan los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. También se observan dos datos atípicos moderados por encima de dicho cuartil. Las muestras posteriores evidencian una reducción en la dispersión de datos — el 16,7 %— que implica un aumento en la homogeneidad de la distribución; además, se concentran de forma más simétrica alrededor de la mediana. La dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil se reduce notablemente en relación con las muestras previas. Las muestras posteriores presentan un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

El temblor global no presenta diferencia porcentual entre las medianas previas y posteriores a la intervención. Es decir, el comportamiento fonatorio funcional no varía en absoluto tras la intervención y ambas medianas se encuentran dentro de los valores considerados normativos. Pero, aunque la mediana posterior no muestre variación respecto a la previa, la reducción en el rango intercuartílico es un dato objetivo de mejora.

Los resultados del test de Wilcoxon efectuado para calcular la significación estadística de las variaciones entre las muestras previas y las posteriores se recogen en la siguiente tabla (véase la tabla 44).

Tabla 44. Caso GCH02. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-3,796	0,000***
<i>Jitter</i>	0,000	1,000
<i>Shimmer</i>	-2,076	0,038*
Desbalance de la masa del cuerpo	-0,486	0,627
Desbalance de la tensión del cuerpo	-0,131	0,896
Desbalance de la masa de la cubierta	-1,683	0,092
Desbalance de la tensión de la cubierta	-0,804	0,421
Temblor fisiológico	-0,299	0,765
Temblor neurológico	-0,598	0,550
<i>Flutter</i>	-1,459	0,145
Temblor global	-1,178	0,239

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

Solo obtienen significación estadística los cambios manifestados por las distribuciones de las muestras posteriores a la intervención en la frecuencia fundamental ( $p < 0,001$ ) y en el *shimmer* ( $p < 0,05$ ).

Ningún otro rasgo de los que muestran valores iguales en sus muestras previas y posteriores a la intervención como son el *jitter*, el desbalance de la masa del cuerpo y el temblor global experimentan un efecto estadísticamente significativo. El resto de rasgos que exhiben tanto aumentos como descensos en sus muestras posteriores, no son estadísticamente significativos.

El test de Wilcoxon realizado con los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* para calcular la significación estadística global de aquellos rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética —es decir, todos ellos a excepción de la frecuencia fundamental— indica que el valor  $z$  para los valores de estos rasgos es  $-2,157$  y el valor  $p$  es de  $0,031$  ( $p < 0,05$ ). Efectuada la corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se puede concluir que los cambios producidos por la intervención en este grupo de rasgos no obtienen significación estadística significativos.

El test de Wilcoxon efectuado para calcular la significación de la dispersión de datos ofrece el resultado de un valor de  $z$  de  $-2,134$  y un valor de  $p$  de  $0,033$  ( $p < 0,05$ ). Una vez realizado el test post-hoc de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se observa que tampoco alcanzan la significación estadística los cambios producidos en los rangos intercuartílicos de este grupo de rasgos.

Así pues, se puede decir que los cambios producidos por la intervención en los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética en el participante GCH02 no alcanzan la significación estadística ni en el caso de las variaciones de las medianas ni en el de los rangos intercuartílicos.

**Participante 11 (GCH03)**

Tiene 65 años en la fecha de la recogida de datos. Derivado de una intervención quirúrgica, 6 meses antes del experimento sufrió un ictus en el hemisferio derecho con parálisis facial y disfonía neurogénica según el informe médico. Recuperó la voz con un mes de sesiones logopédicas. El informe médico con fecha de un mes previo al experimento detalla que, en esa fecha, no existen ya paresias ni alteraciones en los pliegues vocales. Toma medicación para la tensión, para el colesterol y anticoagulantes.

En el test de Shapiro-Wilk se observa que la mayoría de rasgos presentan distribuciones no normales ( $p < 0,05$ ). Las excepciones son la frecuencia fundamental previa a la intervención ( $p = 0,244$ ); el *jitter* previo a la intervención ( $p = 0,050$ ); el *shimmer* previo a la intervención ( $p = 0,648$ ); el desbalance de la tensión del cuerpo previo a la intervención ( $p = 0,129$ ); el temblor fisiológico previo a la intervención ( $p = 0,090$ ) y el temblor global previo a la intervención ( $p = 0,083$ ). Se asume, pues, la no normalidad en la distribución de los datos y se realizan pruebas no paramétricas para el análisis estadístico. En concreto, se aplica el test de Wilcoxon para determinar la significación estadística rasgo a rasgo y, para la valoración conjunta, se efectúa, además, la corrección de Bonferroni.

En la siguiente tabla (véase la tabla 45) se observan los resultados de las medianas y los rangos intercuartílicos previos y posteriores a la intervención en todos los rasgos analizados obtenidos por el programa de análisis estadístico sobre los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon*. También se indican las medianas que rebasan los límites normativos establecidos por la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis.

Tabla 45. Caso GCH03. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgos	Unidades	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	131	131	4	7
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,007	0,006	0,003	0,003
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,021	0,021	0,012	0,009
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,003	0,002	0,003	0,002
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,016	0,013	0,009	0,008
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,057	0,057	0,026	0,021
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,043	0,034	0,017	0,018
Temblor fisiológico	%	0,700	0,463	0,686	0,608
Temblor neurológico	%	0,503	0,289	0,455	0,400
<i>Flutter</i>	%	0,211	0,225	0,210	0,122
Temblor global	(rel.)	0,012	0,009	0,007	0,007

Los rasgos analizados revelan que casi todos los valores de las medianas de las muestras tanto las previas como las posteriores a la intervención —a excepción de la mediana de las muestras previas y posteriores a la intervención del *shimmer* y de la mediana de las muestras previas del temblor neurológico—, se encuentran dentro de los límites normativos. Esto es así tanto para aquellos seis rasgos que presentan un descenso en las medianas de las muestras posteriores a la intervención —que resultan ser la mayoría—, como los que experimentan un aumento en dichas medianas —solamente uno de los rasgos se incluye en esta categoría— o, incluso, los cuatro que mantienen sus valores previos y posteriores a la intervención sin variación alguna.

Los rasgos cuyas muestras posteriores a la intervención descienden en su valor respecto a las previas son el *jitter*, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo, el desbalance de la tensión de la cubierta, el temblor fisiológico, el temblor neurológico y el temblor global. El *jitter* muestra un descenso de 1 milésima (rel.) entre la mediana de las muestras previas a la intervención con un valor de 0,007 (rel.) y la mediana de las muestras posteriores con 0,006 (rel.) como valor. En el desbalance de la masa del cuerpo se observa un descenso de 1 milésima (rel.) en la mediana de las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas. La mediana previa expone un valor de 0,003 (rel.) y la posterior, de 0,002 (rel.). El desbalance de la tensión del cuerpo presenta un descenso de 3 milésimas de la mediana posterior a la intervención cuyo valor es de 0,013 (rel.) respecto a la previa con un valor de 0,016 (rel.). En el caso del desbalance de la tensión de la cubierta el descenso observado es de 9 milésimas entre la mediana previa con valor de 0,043 (rel.)

y la mediana posterior con valor de 0,034 (rel.). El temblor fisiológico y el temblor global son dos valores que descienden también. El temblor fisiológico presenta un fuerte descenso de 237 milésimas entre la mediana de las muestras previas a la intervención con un valor de 0,700 % y la posterior con un valor de 0,463 %, una vez y media por debajo del valor previo. El temblor global también presenta en sus muestras posteriores cuyo valor de mediana es de 0,009 (rel.), un descenso de una vez y media respecto a las muestras previas cuyo valor de su mediana es de 0,012 (rel.), es decir, supone un descenso de 3 milésimas. En cambio, el temblor neurológico es el único rasgo cuyo valor de la mediana previa a la intervención —que se encuentra en 0,503 %— rebasa en 4 milésimas el límite normativo superior que, para este rasgo, es de 0,499 %. La mediana de las muestras posteriores a la intervención —con un valor de 0,289 %— desciende 214 % respecto a la mediana previa y se halla ya dentro de los límites normativos.

Solo existe un rasgo cuya mediana posterior a la intervención muestra un ascenso respecto a la previa. Se trata del *flutter* cuya mediana previa supone un valor de 0,211 % y la mediana posterior es de 225 %; así pues, el incremento de las muestras posteriores respecto a las previas es de 14 milésimas.

Existen tres rasgos que no muestran cambios en los valores de sus medianas previas y posteriores a la intervención y que, además, dichas medianas se encuentran dentro de los límites normativos. El valor tanto de la mediana previa como de la posterior a la intervención de la frecuencia fundamental supone 131 Hz; en el caso del *shimmer* se observan valores de 0,021 (rel.) en ambas medianas y el desbalance de la masa de la cubierta presenta 0,057 (rel.) como valor previo y posterior a la intervención.

La tabla 46 ofrece los porcentajes de variación que presentan las medianas y los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo respecto a las previas.

Tabla 46. Caso GCH03. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	0	75
<i>Jitter</i>	-14,3	0
<i>Shimmer</i>	0	-25
Desbalance de la masa del cuerpo	-33,3	-33,3
Desbalance de la tensión del cuerpo	-18,8	-11,1
Desbalance de la masa de la cubierta	0	-19,2
Desbalance de la tensión de la cubierta	-20,9	5,9
Temblor fisiológico	-33,9	-11,4
Temblor neurológico	-42,5	-12,1
<i>Flutter</i>	6,6	-41,9
Temblor global	-25	0

El undécimo participante presenta heterogeneidad en los porcentajes de variación aunque todas las medianas previas y posteriores se encuentran dentro de los límites normativos a excepción del temblor neurológico cuyas muestras previas se hallan por encima del límite normativo superior. El descenso que experimentan las muestras posteriores en su índice de disfunción fonatoria, el mayor descenso de todos los rasgos —el 42,5 %—, sitúan estas muestras por debajo del límite superior normativo.

Por orden de descenso, el siguiente rasgo que expone una disminución acusada es el temblor fisiológico —con el 33,9 %— y le sigue el desbalance de la masa del cuerpo —con un 33,3 %—, después continúa el temblor global —con el 25 %—, el desbalance de la tensión de la cubierta —con el 20,9 %—, el desbalance de la tensión del cuerpo —con un 18,8 %— y el *jitter* —con el 14,3 %—.

Tres rasgos no muestran ningún tipo de variación. Se trata de la frecuencia fundamental, el *shimmer* y el desbalance de la masa de la cubierta. Por último, el *flutter* manifiesta un ascenso en la mediana de las muestras posteriores a la intervención —el 6,6 %— a la vez que presenta en el rango intercuartílico posterior a la intervención el descenso más acusado de todos los rasgos analizados —el 41,9 %—. El desbalance de la masa del cuerpo y el *shimmer* —con el 33,3 % y el 25 % de descenso



respectivamente— son los rasgos que muestran también unos valores porcentuales elevados. Los rasgos que menor porcentaje de descenso manifiestan son el desbalance de la masa de la cubierta —con el 19,2 %—, el temblor neurológico —con un 12,1 %—, el temblor fisiológico —con el 11,4 %— y el desbalance de la tensión del cuerpo —con un 11,1 %—.

El *jitter* y el temblor global no muestran variación alguna y el desbalance de la tensión de la cubierta y la frecuencia fundamental son los únicos rasgos que experimentan un ascenso en las muestras posteriores a la intervención —con el 5,9 % y el 75 %—, respectivamente.

Existen rasgos que exponen descensos en las medianas y en los rangos intercuartílicos. La disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad. Es el caso del desbalance de la tensión del cuerpo, del temblor fisiológico y del temblor neurológico.

En otros rasgos las medianas no experimentan variación, pero los rangos intercuartílicos presentan o bien un descenso como ocurre con el *shimmer*, el desbalance de la masa del cuerpo o el desbalance de la masa de la cubierta, o bien un incremento como pasa con la frecuencia fundamental. En el caso de que la dispersión se reduzca, siempre es un indicativo de mejora en la distribución; en cambio, el aumento es signo de empeoramiento. También existen dos rasgos cuyas medianas exponen un descenso pero cuyos rangos intercuartílicos no revelan ningún tipo de variación. Es el caso del *jitter* y del temblor global.

Por último, en el desbalance de la tensión de la cubierta la mediana posterior desciende mientras que el rango intercuartílico se incrementa y en el *flutter* ocurre justo lo contrario, la mediana posterior asciende mientras que el rango intercuartílico desciende. Esto quiere decir que, mientras en el primer caso, el comportamiento de la mediana no resulta fiable, en el segundo caso —el empeoramiento de la mediana— sí se asume una baja fiabilidad.

Los cambios descritos en los anteriores análisis se pueden apreciar de forma gráfica mediante la elaboración de diagramas de caja en los que se comparan las muestras previas y posteriores a la intervención de cada uno de los rasgos analizados en el presente estudio. En la figura 126 aparecen los concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental.

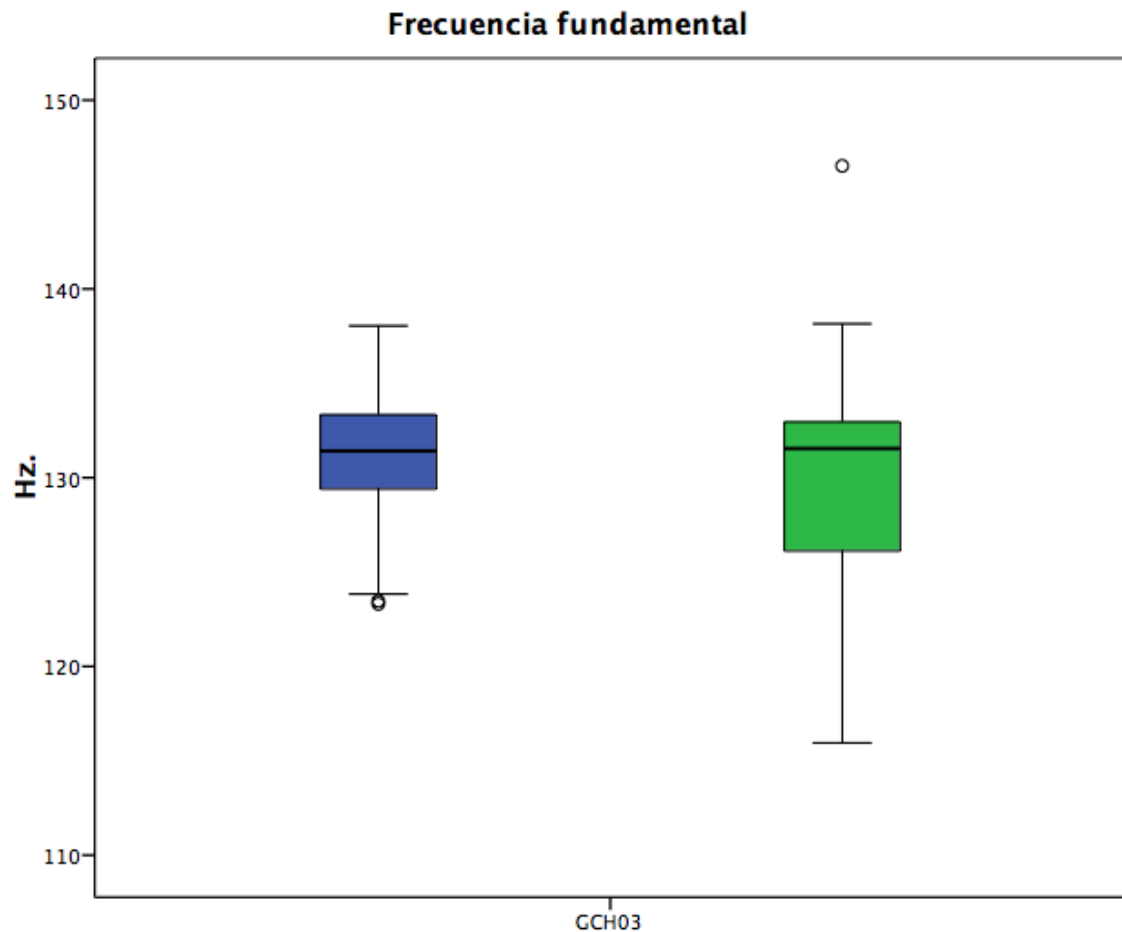


Figura 126. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

La frecuencia fundamental revela en las muestras previas a la intervención una simetría perfecta en la distribución de los datos. Solo se observa en este grupo de muestras dos datos atípicos moderados por debajo del primer cuartil. En cambio, las muestras posteriores manifiestan un pronunciado incremento —el 75 %— respecto a las previas. Eso significa que la homogeneidad se reduce notablemente. Estas muestras revelan una alta dispersión en la distribución hacia el primer cuartil, es decir, donde se sitúan los valores que expresan un menor comportamiento disfuncional. La

simetría no existe en este caso porque los datos se dispersan en el área por debajo de la mediana. Se advierte un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

El valor porcentual observado en la mediana previa y posterior es el mismo, es decir, el comportamiento fonatorio no varía por efecto de la intervención. Ambas medianas se hallan dentro de los límites normativos.

El incremento de la dispersión de los datos en este rasgo y la falta de variación en las medianas previa y posterior indica un empeoramiento en la distribución.

La figura 127 expone los diagramas de cajas correspondientes a las muestras previas y posteriores del *jitter*.

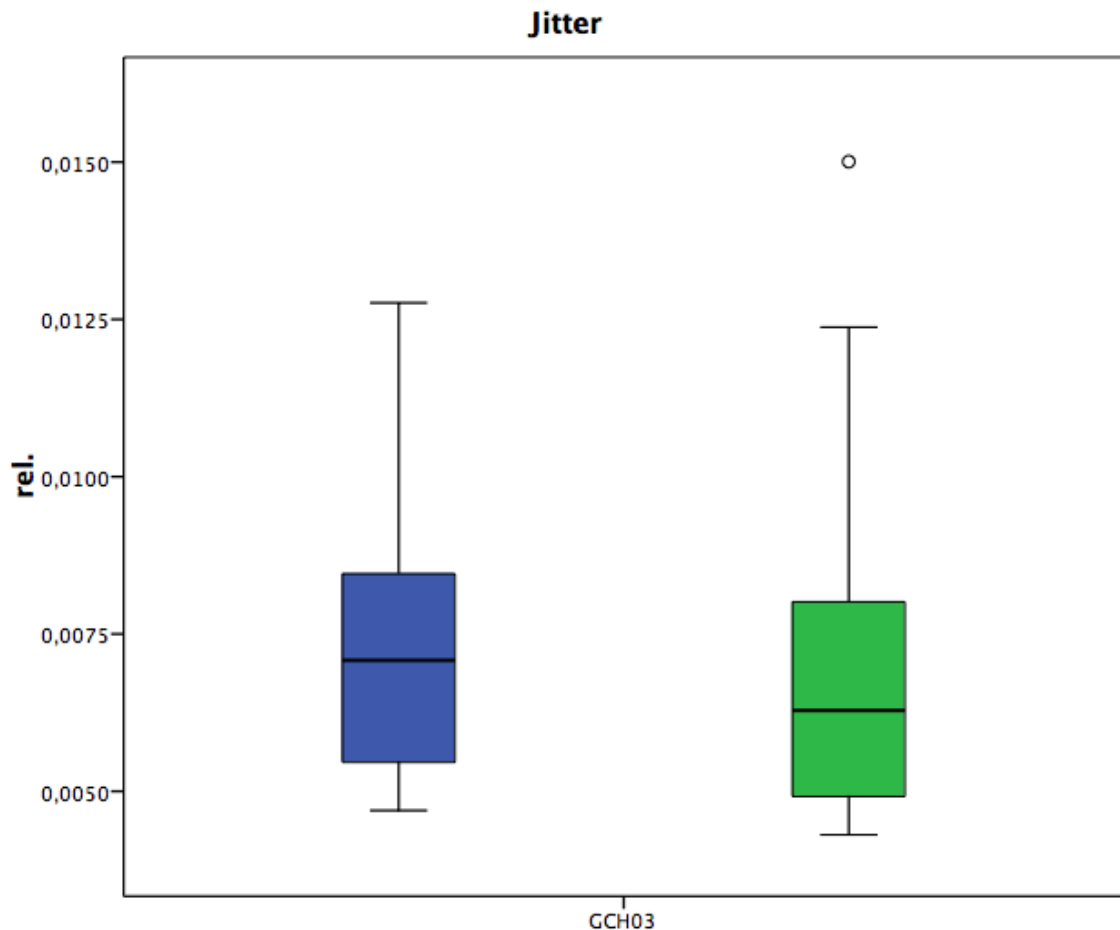


Figura 127. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa en el *jitter* que los rangos intercuartílicos de las muestras previas y posteriores a la intervención no presentan ningún tipo de variación, es decir, la estabilidad fonatoria no varía por efecto de la intervención. Ambos grupos de muestras se diferencian, en primer lugar, por la dispersión de datos que se observa en las muestras previas, ya que tiende ligeramente hacia el primer cuartil, el área donde se sitúan los valores que expresan un menor comportamiento disfuncional. En las muestras posteriores, la dispersión se produce en el tercer cuartil, hacia donde se encuentran los valores de mayor comportamiento disfuncional. En segundo lugar, las muestras posteriores revelan un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana posterior a la intervención desciende —un 14,3 %— respecto a la previa. Esto implica un mayor comportamiento fonatorio funcional tras la intervención. Tanto la mediana previa como la posterior a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

Con respecto al *shimmer*, la figura 128 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

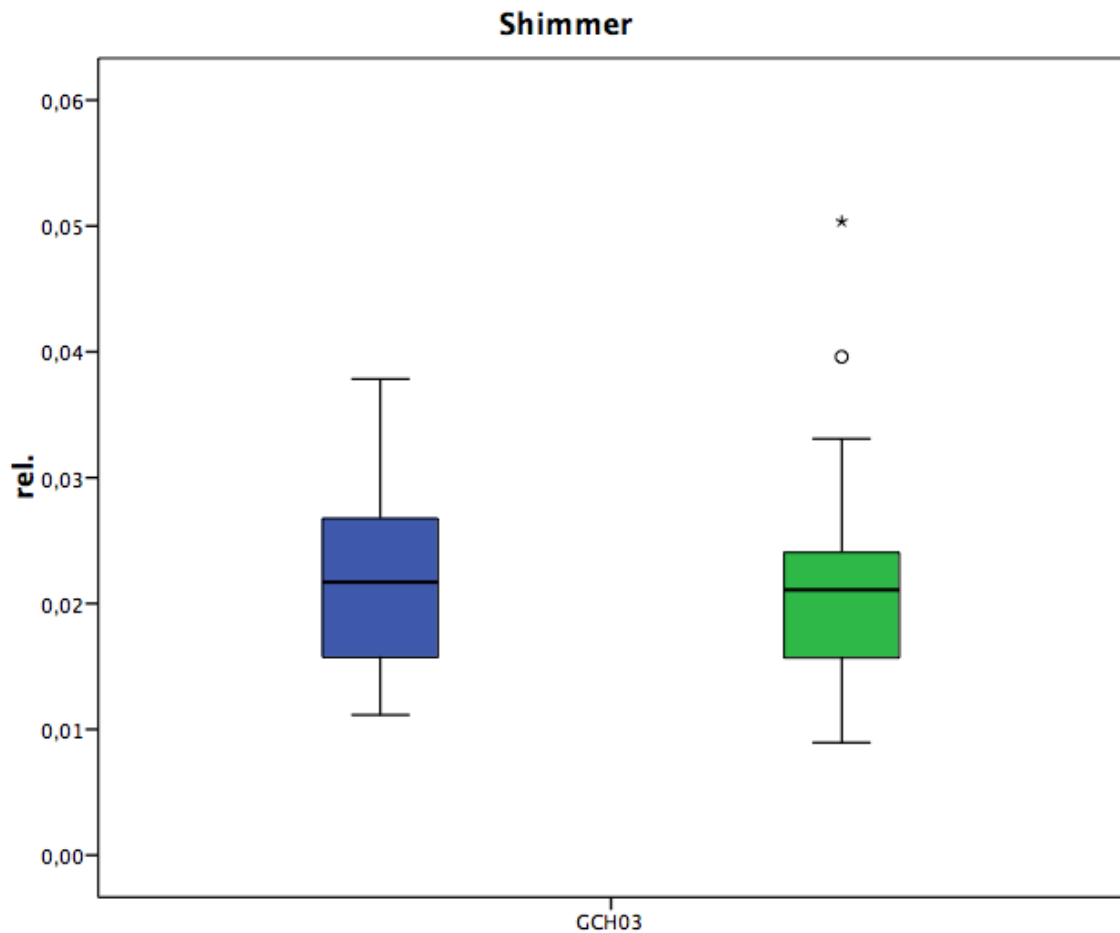


Figura 128. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se puede observar en los gráficos que las medianas de las muestras previas y posteriores a la intervención no presentan variación, ambos valores porcentuales son idénticos. La intervención no ha causado cambios en el comportamiento fonatorio funcional. Aunque tanto la mediana previa como la posterior rebasan el límite normativo superior.

En cambio, el rango intercuartílico posterior sí revela un descenso acusado respecto al previo —el 25 %— lo que señala una mayor homogeneidad en la distribución con respecto de las muestras previas. Ambos conjuntos de muestras manifiestan una dispersión de datos hacia el primer cuartil, la zona por debajo de la mediana que expresa un comportamiento fonatorio más funcional. La dispersión hacia

el primer cuartil es algo más marcada en las muestras posteriores, donde se observan también dos datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil. En las muestras previas, los datos se agrupan de manera más simétrica alrededor de la mediana.

Existe, pues, mejoría en la distribución de los datos en este rasgo, derivada de la reducción en el rango intercuartílico.

La figura 129 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo.

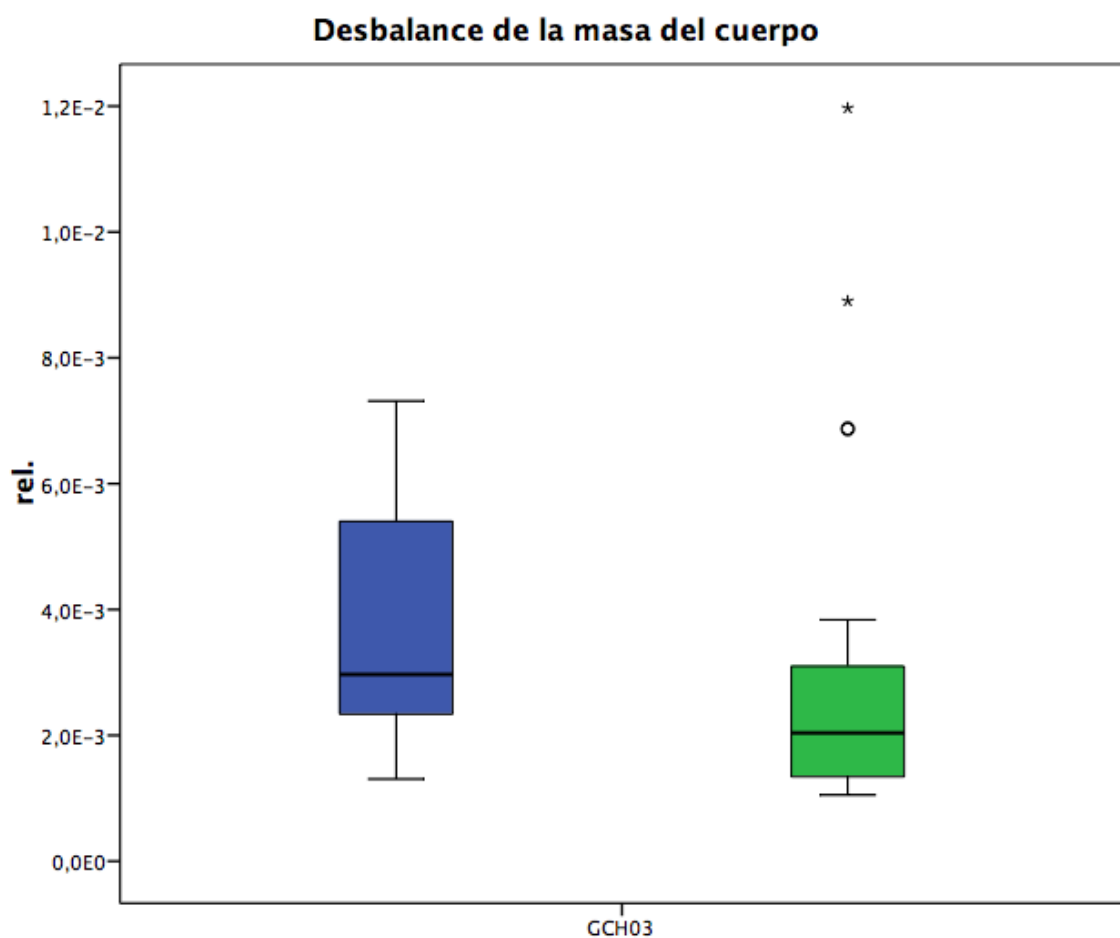


Figura 129. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Los diagramas de caja constatan que las muestras previas a la intervención en el desbalance de la masa del cuerpo manifiestan una elevada dispersión de datos hacia el tercer cuartil, la zona donde se sitúan los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Las muestras posteriores evidencian una reducción en

la dispersión de datos —el 33,3 %— que implica un aumento en la homogeneidad de la distribución. Las muestras posteriores, además, se concentran de forma más simétrica alrededor de la mediana. La dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil se reduce notablemente en relación con las muestras previas. Las muestras posteriores presentan cuatro datos atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil. El desbalance de la masa del cuerpo también presenta un descenso porcentual —el 33,3 %— entre las medianas previas y posteriores a la intervención. Ambas resultan ser normativas.

La mediana y el rango intercuartílico descienden y, se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La siguiente figura, la 130, muestra el resultado de los análisis realizados para el desbalance de la tensión del cuerpo.

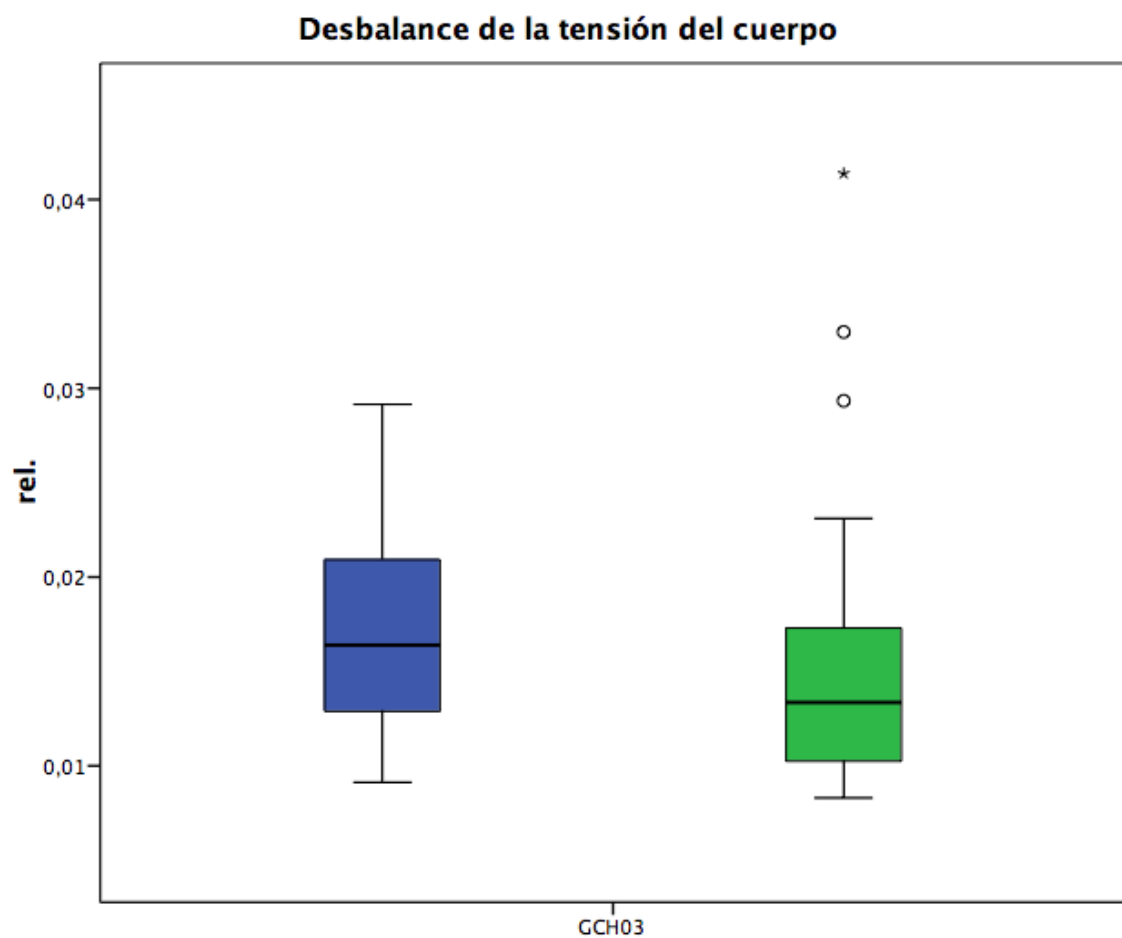


Figura 130. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se puede observar en los gráficos del desbalance de la tensión del cuerpo una disminución en la dispersión de los datos de las muestras posteriores —un 11,1 %— respecto a las previas. Esto significa que la homogeneidad de los datos aumenta. Las muestras previas y las posteriores a la intervención presentan una ligera dispersión en la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Las muestras previas ofrecen tres valores atípicos por encima del tercer cuartil —uno de ellos acusado—.

Tras la intervención, la mediana manifiesta una acusada disminución —un 18,8 %—. El descenso implica un aumento en el comportamiento funcional fonatorio. No obstante, ninguna de las medianas excede los límites de normatividad en el desbalance de la tensión del cuerpo.

Los valores de ambos parámetros descienden tras la intervención. Se puede decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.



A continuación, en la figura 131, se proporcionan los gráficos de cajas correspondientes al desbalance de la masa de la cubierta.

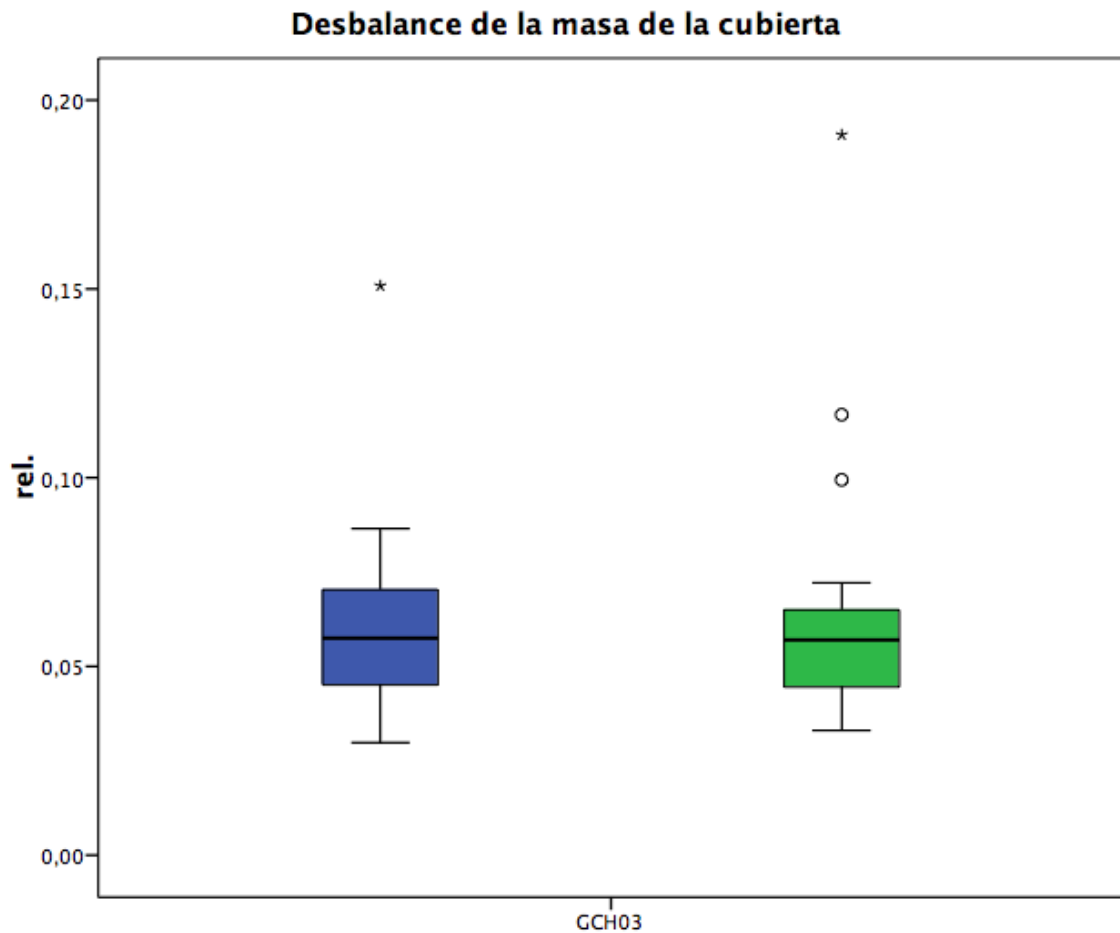


Figura 131. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las medianas de las muestras previas y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta no presentan variación alguna, ambos valores porcentuales son idénticos. La intervención no ha ocasionado cambios en el comportamiento fonatorio. La mediana previa y la posterior se encuentran dentro de los límites normativos.

Las muestras posteriores a la intervención, por el contrario, revelan una disminución en la dispersión de los datos —el 19,2 %— respecto a las muestras previas, que ocasiona el aumento de la homogeneidad de la distribución. Las muestras previas a la intervención exponen una distribución de datos altamente simétrica y se observa la existencia de un dato atípico acusado por encima del tercer cuartil. Las

muestras posteriores evidencian una marcada dispersión hacia el primer cuartil, la zona que expresa un comportamiento fonatorio más funcional y se aprecian tres datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil.

En este caso, la mejora viene determinada por la reducción en la dispersión de datos aunque las medianas no muestren variación alguna.

A continuación, en la figura 132, se proporcionan los gráficos de cajas correspondientes al desbalance de la tensión de la cubierta.

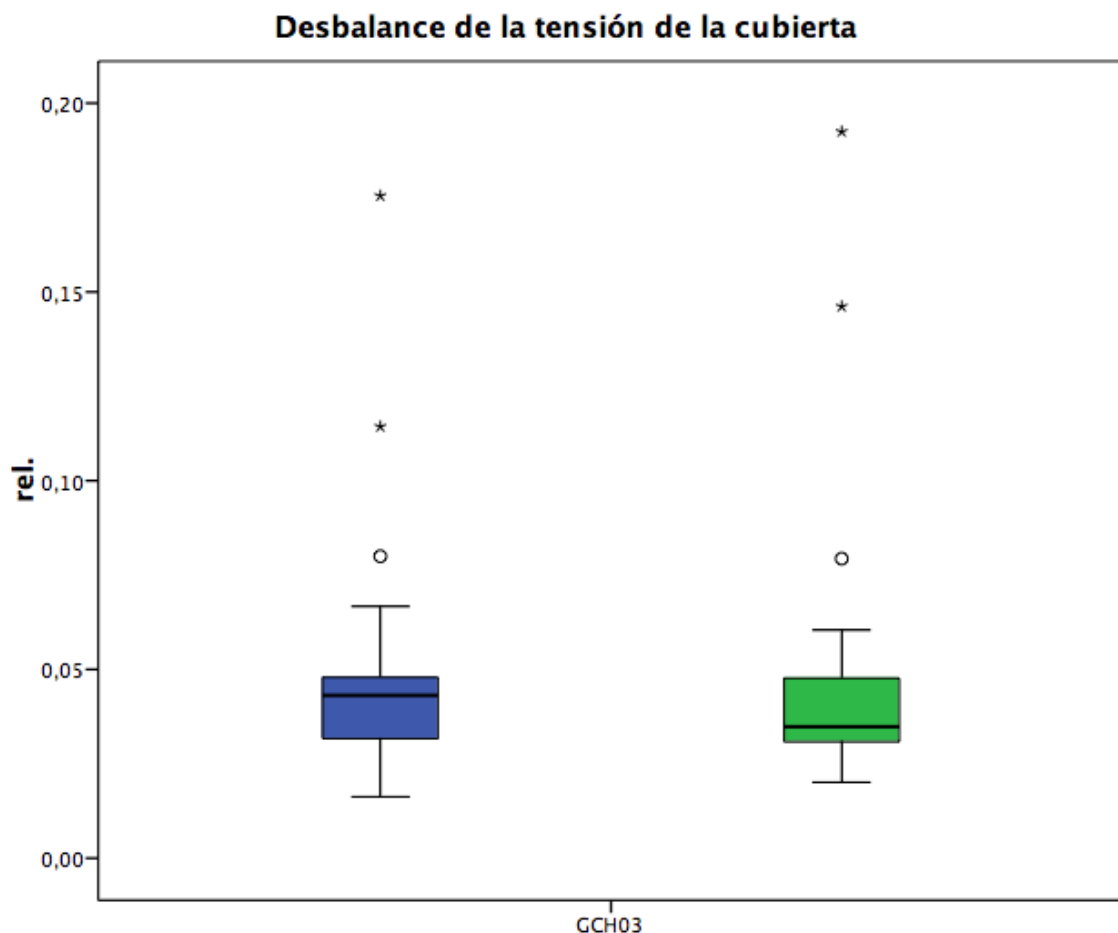


Figura 132. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el caso del desbalance de la tensión de la cubierta, las muestras posteriores a la intervención revelan un leve aumento en la dispersión de los datos—el 5,9 %—, señal de una cierta heterogeneidad de la distribución. Ni en las muestras previas ni en las posteriores se advierte una distribución simétrica de los datos. En las muestras previas a la intervención se observa una dispersión de datos hacia el primer cuartil, es

decir, que los datos se dispersan por debajo de la mediana, en la zona que implica un comportamiento fonatorio menos disfuncional. Asimismo, aparecen tres valores atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil. En cambio, en las muestras posteriores, la dispersión se produce en el tercer cuartil, en la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional. También se advierten en estas muestras tres valores atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil.

La mediana posterior a la intervención presenta una alta disminución porcentual —el 20,9 %—. El comportamiento disfuncional se reduce; sin embargo, tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se hallan dentro de los límites normativos.

Se puede interpretar que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

En la figura 133 se contemplan los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del temblor fisiológico.

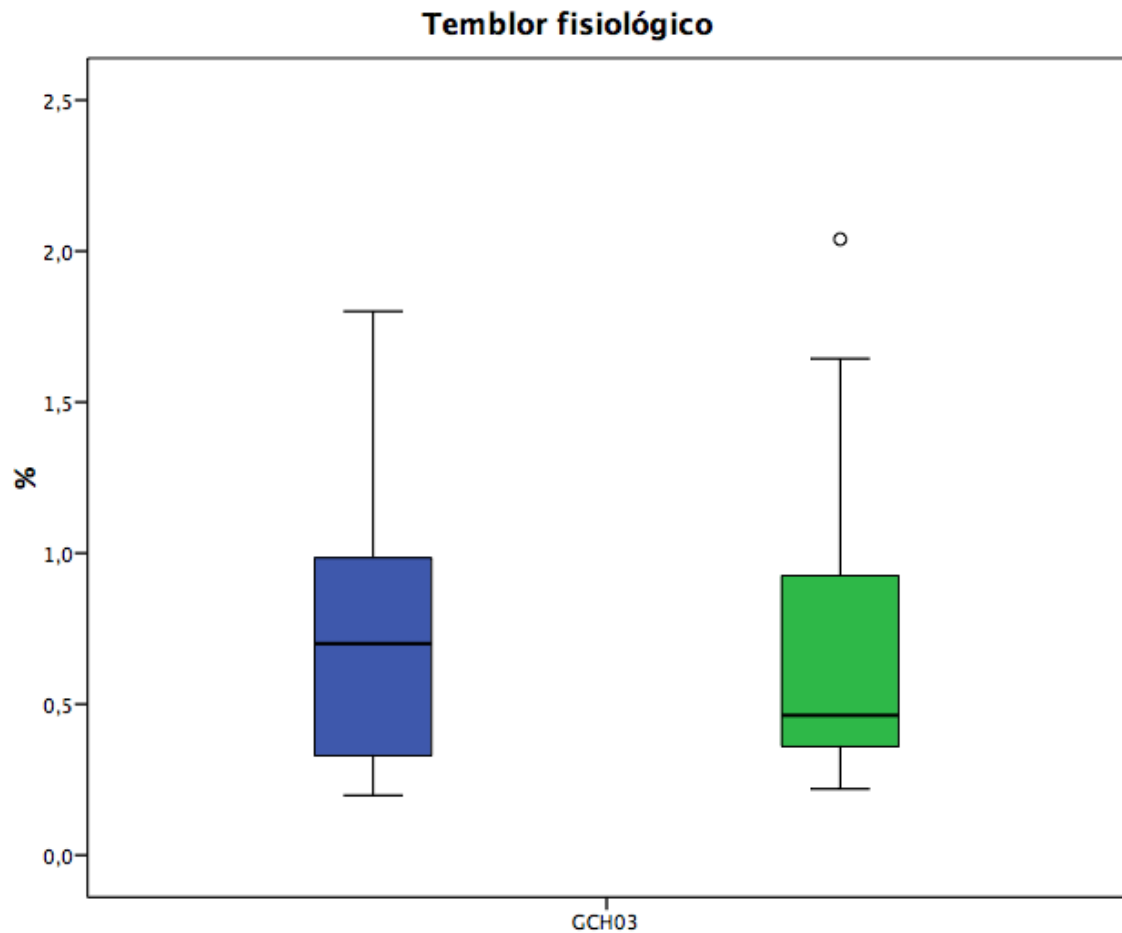


Figura 133. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el diagrama correspondiente a las muestras posteriores a la intervención del temblor fisiológico se observa una reducción del 11,4 % en el rango intercuartílico. La reducción de la dispersión es indicio del aumento en la homogeneidad de la distribución. Las muestras previas se dispersan levemente en el primer cuartil, en la zona que indica un menor comportamiento fonatorio disfuncional. Las muestras posteriores se reparten de forma completamente asimétrica y exhiben un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención disminuye su valor respecto a la previa —un 33,9 %—. El comportamiento funcional fonatorio en estas muestras es más elevado que en las previas. Tanto la mediana previa como la posterior se encuentran dentro de los valores de normatividad.

Tanto la mediana como el rango intercuartílico manifiestan un descenso en sus valores posteriores a la intervención. En este caso la reducción del rango intercuartílico se alinea con una mayor precisión en la estimación del descenso en la disfuncionalidad fonatoria.

La figura 134 expone los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la temblor neurológico.

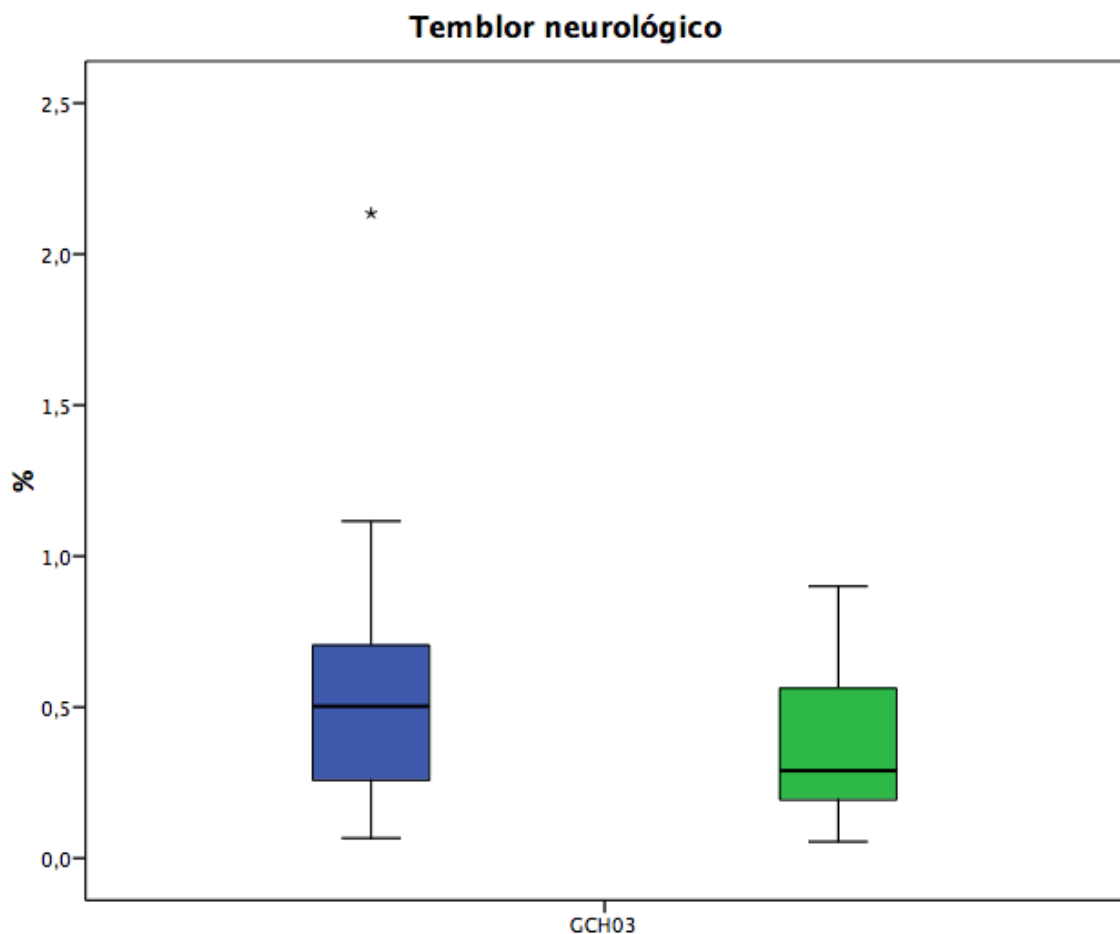


Figura 134. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En este caso, el temblor neurológico presenta un leve descenso —el 12,1 %— en la dispersión de los datos posteriores a la intervención, lo que supone una mayor homogeneidad en la distribución. Las muestras previas a la intervención presentan una ligera dispersión hacia el primer cuartil, la zona que revela unos valores de menor disfuncionalidad. La simetría es muy baja y, además, se observa un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. Las muestras posteriores manifiestan una acusada dispersión hacia el tercer cuartil, donde se encuentran los datos que exponen una mayor disfuncionalidad.

La mediana posterior a la intervención disminuye notablemente —el 42,5 %—, lo que supone una gran reducción en el comportamiento fonatorio disfuncional. De hecho, las muestras previas a la intervención rebasan el límite superior normativo mientras que el descenso porcentual experimentado por las muestras posteriores sitúa a su mediana dentro de los límites normativos.

Ambos parámetros descienden. La reducción en el rango intercuartílico posterior respecto al previo se alinea con una mayor precisión en la estimación del descenso en la disfuncionalidad fonatoria.

Con respecto al *flutter*, la figura 135 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención

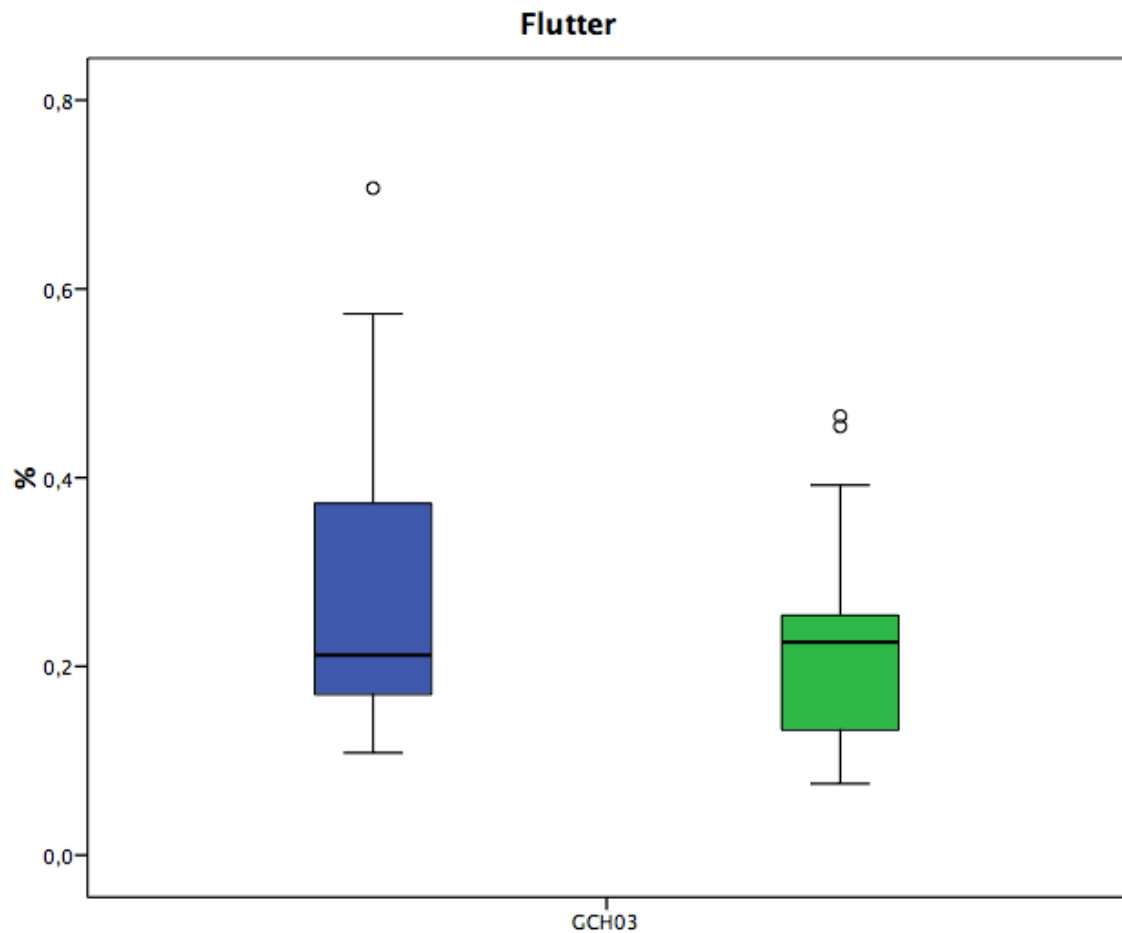


Figura 135. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En las muestras previas a la intervención del *flutter* se advierte que los datos se encuentran más dispersos que en las posteriores. Sin embargo, la dispersión se corrige en las muestras posteriores —un 41,9 %—, hecho que indica una mayor homogeneidad en la distribución. Asimismo, las muestras previas manifiestan una dispersión hacia el tercer cuartil, la zona que expresa valores altos de *flutter*, y revela un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. En las muestras posteriores se observa una notable dispersión de datos hacia el primer cuartil, donde la fonación resulta menos disfuncional. Además, se advierten dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores manifiesta un leve aumento—el 6,6 %— respecto a la previa, lo que indica el incremento en el comportamiento fonatorio disfuncional. Ambas medianas se encuentran dentro de los límites normativos.

Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En cuanto al temblor global, la figura 136 expresa los resultados descriptivos en diagramas de cajas.

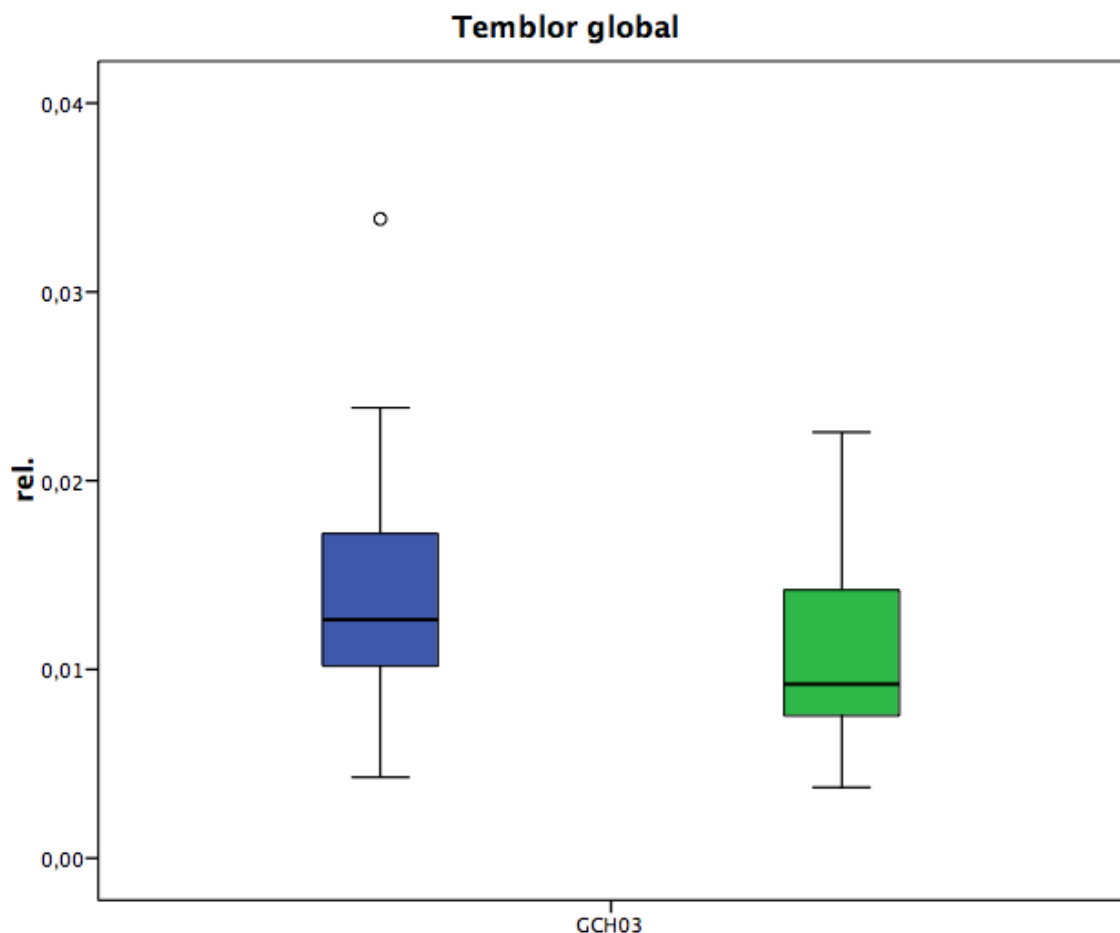


Figura 136. Caso GCH03. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa en el temblor global que los rangos intercuartílicos de las muestras previas y posteriores a la intervención no presentan ningún tipo de variación, es decir que la estabilidad fonatoria no aumenta ni disminuye tras dicha intervención. También ambos grupos de muestras manifiestan una dispersión alta de los datos hacia el tercer cuartil, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. La



dispersión es, además, algo más elevada en las muestras posteriores a la intervención. Las muestras previas revelan un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención desciende de manera acusada —un 25 %— respecto a la mediana previa. Eso implica un mayor comportamiento funcional fonatorio tras la intervención. Tanto la mediana previa como la posterior a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

Los resultados del análisis de la significación estadística realizado mediante el test de Wilcoxon se muestran en la tabla 47.

Tabla 47. Caso GCH03. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-0,086	0,932
<i>Jitter</i>	-1,029	0,304
<i>Shimmer</i>	-0,143	0,886
Desbalance de la masa del cuerpo	-2,114	0,034*
Desbalance de la tensión del cuerpo	-1,571	0,116
Desbalance de la masa de la cubierta	-0,371	0,710
Desbalance de la tensión de la cubierta	-0,771	0,440
Temblor fisiológico	-0,400	0,689
Temblor neurológico	-1,714	0,086
<i>Flutter</i>	-0,571	0,568
Temblor global	-1,171	0,241

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

Según los resultados reflejados en la tabla anterior, el único rasgo que obtiene significación es el desbalance de la masa del cuerpo.

Los demás rasgos no muestran resultados estadísticamente significativos. Es necesario destacar el caso de temblor neurológico que manifiesta un descenso del 42,5 % en sus muestras posteriores (véase la tabla 46) y, sin embargo, no alcanza significación estadística a pesar de que dicho descenso sitúa a la mediana posterior por debajo del límite normativo superior (véase la tabla 45).

Se efectúa a continuación un test de Wilcoxon sobre el conjunto de los valores de los diez rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética de este participante — todos ellos a excepción de la frecuencia fundamental— extraídos por el programa *BioMet®Phon*. Dicho test proporciona como resultado que el valor *z* para los valores de los rasgos es -1,963 y el valor *p* es de 0,050 ( $p = 0,05$ ). Los cambios producidos por la

intervención no son estadísticamente significativos al aplicar la corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ).

Respecto a los cambios observados en los rangos intercuartílicos, el test de Wilcoxon ofrece el resultado de un valor de  $z$  de  $-2,252$  y un valor de  $p$  de  $0,024$  ( $p < 0,05$ ). En este caso los cambios registrados en la valoración global de las medidas de dispersión tampoco resultan ser estadísticamente significativos tras la aplicación del test de Bonferroni ( $p < 0,005$ ).

El resultado para los cambios producidos por la intervención en los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética no alcanzan a obtener significación estadística ni en el caso de las medianas ni en el de la dispersión de los datos.

#### 4.2.2. Participantes femeninos

Se presentan ahora los resultados del grupo de control de las participantes femeninas.

##### Participante 12 (GCM01)

Es una participante de 69 años en la fecha de inicio del experimento. Relata problemas de disfagia e hipotiroidismo.

Realizado el test de Shapiro-Wilk se observa que la mayoría de rasgos presenta una distribución no normal ( $p < 0,05$ ). Los que resultan ser normales son la frecuencia fundamental ( $p = 0,428$ ); el *shimmer* ( $p = 0,919$ ); el desbalance de la masa del cuerpo ( $p = 0,421$ ); el desbalance de la tensión del cuerpo ( $p = 0,057$ ); el temblor fisiológico ( $p = 0,171$ ) y el temblor global ( $p = 0,232$ ), todos ellos en sus valores posteriores a la intervención. Se asume entonces la no normalidad en la distribución de los datos y se proponen pruebas no paramétricas para el análisis estadístico como son el test de Wilcoxon para averiguar la significación estadística rasgo a rasgo y la corrección de Bonferroni, además, para la valoración conjunta.

En la siguiente tabla (véase la tabla 48) se observan los resultados de las medianas y los rangos intercuartílicos previos y posteriores a la intervención en todos los rasgos analizados obtenidos por el programa de análisis estadístico sobre los valores extraídos por el programa *BioMet®Phon*. También se revela si existe normatividad en las medianas según determina la base de datos de referencia utilizada por la herramienta de análisis.

Tabla 48. Caso GCM01. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgos	Unidades	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	182	189	16	20
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,004	0,005	0,002	0,002
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,015	0,012	0,008	0,004
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,001	0,001	0,002	0,001
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,008	0,009	0,006	0,005
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,047	0,028	0,065	0,025
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,052	0,035	0,076	0,030
Temblor fisiológico	%	0,616	0,652	0,585	0,649
Temblor neurológico	%	0,417	0,343	0,518	0,356
<i>Flutter</i>	%	0,292	0,206	0,413	0,144
Temblor global	(rel.)	0,010	0,007	0,010	0,007

Todos los valores de las medianas de las muestras analizadas, tanto en el caso de las previas como en las posteriores a la intervención, se encuentran dentro de los límites normativos. La frecuencia fundamental, el *jitter*, el desbalance de la tensión del cuerpo y el temblor fisiológico presentan un incremento en la mediana de las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas. En el *shimmer*, el desbalance de la masa de la cubierta, el desbalance de la tensión de la cubierta, el temblor neurológico, el *flutter* y el temblor global se observa un descenso de los valores posteriores. El desbalance de la masa del cuerpo mantiene idénticos su valor previo y posterior.

La frecuencia fundamental presenta 7 Hz de ascenso en su mediana posterior —cuyo valor es de 189 Hz— respecto a la mediana posterior a la intervención —cuyo valor es de 182 Hz—. La mediana posterior se halla a 9 Hz por encima del límite inferior normativo que, para este rasgo, es de 173 Hz. En el caso del *jitter*, la mediana previa a la intervención —cuyo valor es de 0,004 (rel.)— y la posterior a la intervención —cuyo valor es de 0,005 (rel.)— se encuentran muy cercanas al límite inferior normativo —cuyo valor es de 0,002 (rel.)—. En concreto, la mediana de las muestras previas se encuentra a 2 milésimas y la mediana de las muestras posteriores a 3 milésimas. La diferencia entre las muestras previas y posteriores asciende de 1 milésima (rel.) en las muestras posteriores con respecto de las previas. El incremento de la desbalance de la tensión del cuerpo supone 1 milésima (rel.) en las muestras posteriores —cuya mediana es 0,009 (rel.)— respecto a las previas —cuya mediana es 0,008 (rel.)—. El temblor fisiológico presenta un incremento de 36 milésimas en la mediana de las muestras posteriores a la intervención —cuyo valor es de 0,652 %— respecto a la mediana previa —cuyo valor es de 0,616 %—.

En cuanto a las medidas que presentan un descenso en los valores posteriores a la intervención, el *shimmer* muestra un valor en su mediana previa a la intervención de 0,015 (rel.), mientras que el valor de su mediana posterior es de 0,012 (rel.). Esto supone un descenso de 3 milésimas en la mediana posterior a la intervención respecto a la previa. Los desbalances de la cubierta también descienden. La disminución que presenta el desbalance de la masa de la cubierta en las muestras posteriores a la intervención —cuyo valor de mediana es de 0,028 (rel.)— es de 19 milésimas respecto a las muestras previas —cuyo valor de mediana es de 0,047 (rel.)—; el desbalance de

la tensión de la cubierta revela una mediana posterior a la intervención de 0,035 (rel.) mientras que el valor de su mediana previa es de 0,052 (rel.); así pues, el descenso observado es de 17 milésimas. La mayoría de los temblores también disminuyen en sus muestras posteriores a la intervención. El temblor neurológico desciende 74 milésimas en su mediana posterior a la intervención —cuyo valor es de 0,343 %— respecto a la mediana previa a la intervención —cuyo valor es de 0,417 %—. El *flutter*, cuya mediana previa y posterior tiene como valor 0,292 % y 0,206 % respectivamente, muestra un descenso de 86 milésimas. El temblor global presenta una reducción de 3 milésimas en su mediana posterior a la intervención que muestra el valor de 0,007 (rel.) respecto al valor previo de 0,010 (rel.).

El único rasgo que mantiene idénticos el valor de la mediana previa y posterior a la intervención es el desbalance de la masa del cuerpo que cuenta con un valor de 0,001 (rel.). Es un valor muy bajo y se encuentra, además, al borde del límite inferior normativo que para este rasgo es de 0,001 (rel.).

En la tabla 49 se hallan los porcentajes de incremento o disminución en las medianas y los rangos intercuartílicos de las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo respecto a las previas.

Tabla 49. Caso GCM01. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	3,8	25
<i>Jitter</i>	25	0
<i>Shimmer</i>	-20	-50
Desbalance de la masa del cuerpo	0	-50
Desbalance de la tensión del cuerpo	12,5	-16,7
Desbalance de la masa de la cubierta	-40,4	-61,5
Desbalance de la tensión de la cubierta	-32,7	-60,5
Temblor fisiológico	5,8	10,9
Temblor neurológico	-17,7	-31,3
<i>Flutter</i>	-29,5	-65,1
Temblor global	-30	-30

La duodécima participante presenta disminución porcentual en las medianas posteriores a la intervención respecto a las previas en seis de los rasgos analizados. No obstante, tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención se hallan dentro de los límites normativos. Ordenados de mayor a menor descenso se

encuentran el desbalance de la masa de la cubierta, en el que se observa el mayor descenso de todos —el 40,4 %—, a continuación aparece el desbalance de la tensión de la cubierta —con el 32,7 %—, el temblor global —con el 30 %—, el *flutter* —con el 29,5 %—, el *shimmer* —con el 20 %— y el temblor neurológico —con el 17,7 %— es el que menor porcentaje de descenso presenta. Estos resultados indican que la funcionalidad fonatoria aumenta.

El desbalance de la masa del cuerpo es el único rasgo que no muestra variación entre el valor previo y posterior de la mediana. En el resto de rasgos se observa un incremento porcentual en las medianas posteriores, es decir, disminuye la funcionalidad fonatoria. El *jitter* es el rasgo que más se incrementa —el 25 %—, le siguen el desbalance de la tensión del cuerpo —con un 12,5 %—, el temblor fisiológico —con un 5,8 %— y, por último, la frecuencia fundamental —con el 3,8 %—.

En cuanto a la dispersión de datos, la mayoría de rasgos presentan un descenso en la inestabilidad fonatoria. El *flutter* es el rasgo que revela la mayor disminución de todos los rasgos —el 65,1 %—, pero también el desbalance de la masa de la cubierta —con el 61,5 %— y el desbalance de la tensión de la cubierta —con el 60,5 %— muestran descensos. El *shimmer* —con el 50 %— y el desbalance de la masa del cuerpo —con el 50 %— exponen asimismo reducciones muy acusadas. Con un menor porcentaje de disminución se encuentran el temblor neurológico —con un 31,3 %—, el temblor global —con un 30 %— y el desbalance de la tensión del cuerpo —con el 16,7 % de descenso—.

El *jitter* es el único rasgo que no muestra variación en la dispersión de datos. Los rasgos que presentan un aumento porcentual en los datos posteriores a la intervención y, por tanto, un incremento en la irregularidad fonatoria, son el temblor fisiológico —con el 10,9 % de incremento— y la frecuencia fundamental —con el 25 % de ascenso—.

A grandes rasgos se observan cinco tipos de resultados porcentuales diferentes. Seis rasgos presentan un descenso tanto en el valor de las medianas posteriores a la intervención respecto a las previas como en los rangos intercuartílicos. Puesto que ambos parámetros descienden, se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad. Estos seis rasgos son *shimmer*, del desbalance de la

masa de la cubierta, del desbalance de la tensión de la cubierta, del temblor neurológico, del *flutter* y del temblor global.

La frecuencia fundamental y el temblor fisiológico exhiben incrementos porcentuales en las muestras posteriores a la intervención. La dispersión de los datos aumenta y eso resta fiabilidad a la estimación del ascenso de la mediana posterior.

El desbalance de la masa del cuerpo exhibe únicamente variación porcentual en el rango intercuartílico mientras que el valor de las medianas permanece invariable y, en el caso del *jitter* sucede lo contrario, la variación ocurre solo en la mediana, que asciende. Es decir, que en el desbalance de la masa del cuerpo la funcionalidad fonatoria no varía, pero la dispersión de los datos se reduce y eso supone un signo distintivo de mejora de la distribución. En el *jitter* la funcionalidad fonatoria disminuye mientras que la dispersión de los datos no muestra variación entre antes y después de la intervención.

El desbalance de la tensión del cuerpo exhibe un aumento en la disfuncionalidad fonatoria y una reducción en la dispersión de los datos. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

Las variaciones descritas se pueden observar gráficamente en los diagramas de caja que comparan las muestras previas y posteriores a la intervención de cada uno de los rasgos analizados en el presente estudio. En la figura 137 aparecen los diagramas de caja concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental.

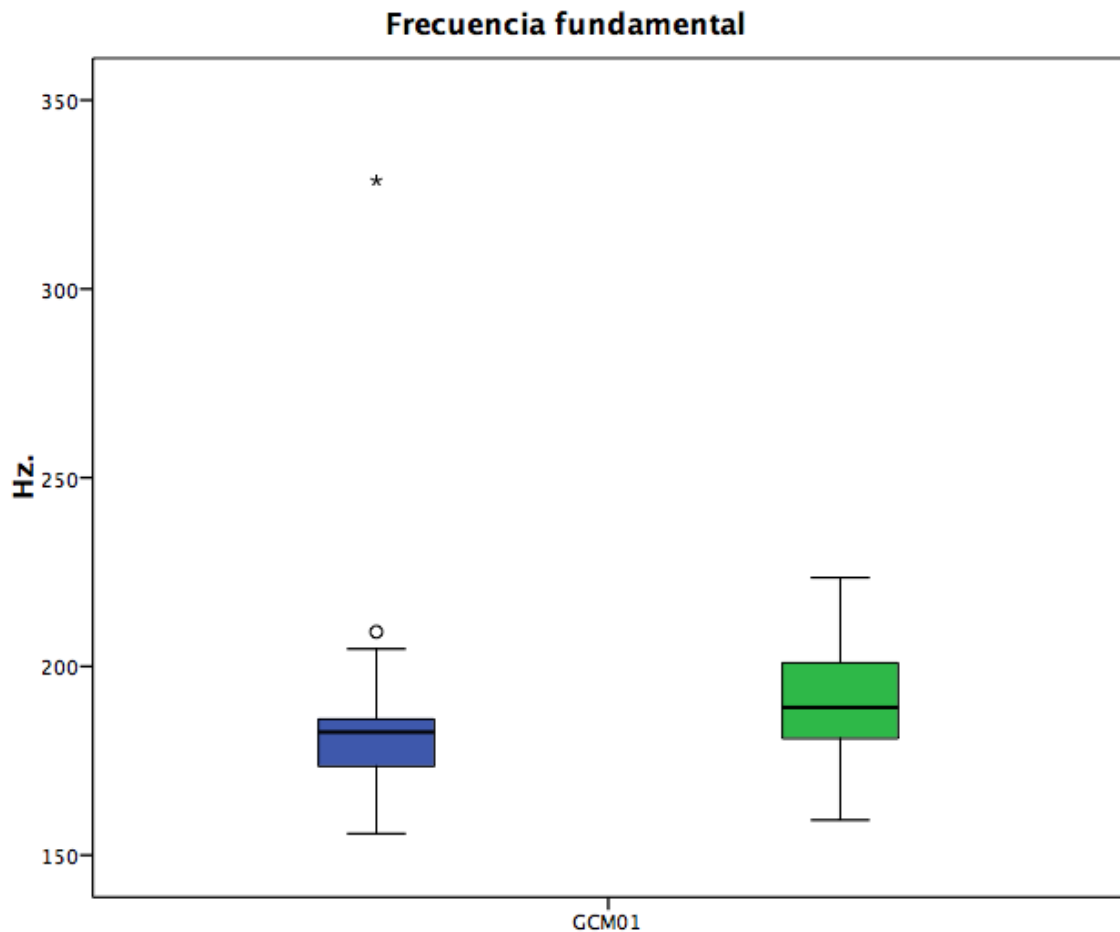


Figura 137. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En la frecuencia fundamental, las muestras posteriores a la intervención respecto a las previas manifiestan un elevado aumento de la dispersión de datos —el 25 %—. Esto significa que la heterogeneidad de la distribución es alta. Las muestras previas a la intervención presentan asimetría, existe dispersión hacia el área por debajo de la mediana, la zona que revela un comportamiento fonatorio más funcional. Además, se advierte un dato atípico acusado y otro moderado por encima del tercer cuartil en estas muestras. En las muestras posteriores a la intervención la simetría de



la distribución alrededor de la mediana se eleva, aunque se detecta una leve dispersión de datos hacia el tercer cuartil, la zona que revela un mayor comportamiento fonatorio disfuncional.

Se advierte que la mediana de las muestras posteriores a la intervención asciende levemente respecto a la mediana de las muestras previas —el 3,8 %—, lo cual indica un comportamiento fonatorio algo menos funcional. Tanto las muestras previas a la intervención como las posteriores se sitúan dentro de los límites normativos.

El incremento porcentual observado en ambos parámetros analizados indica una reducción de la funcionalidad fonatoria, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al *jitter*, la figura 138 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

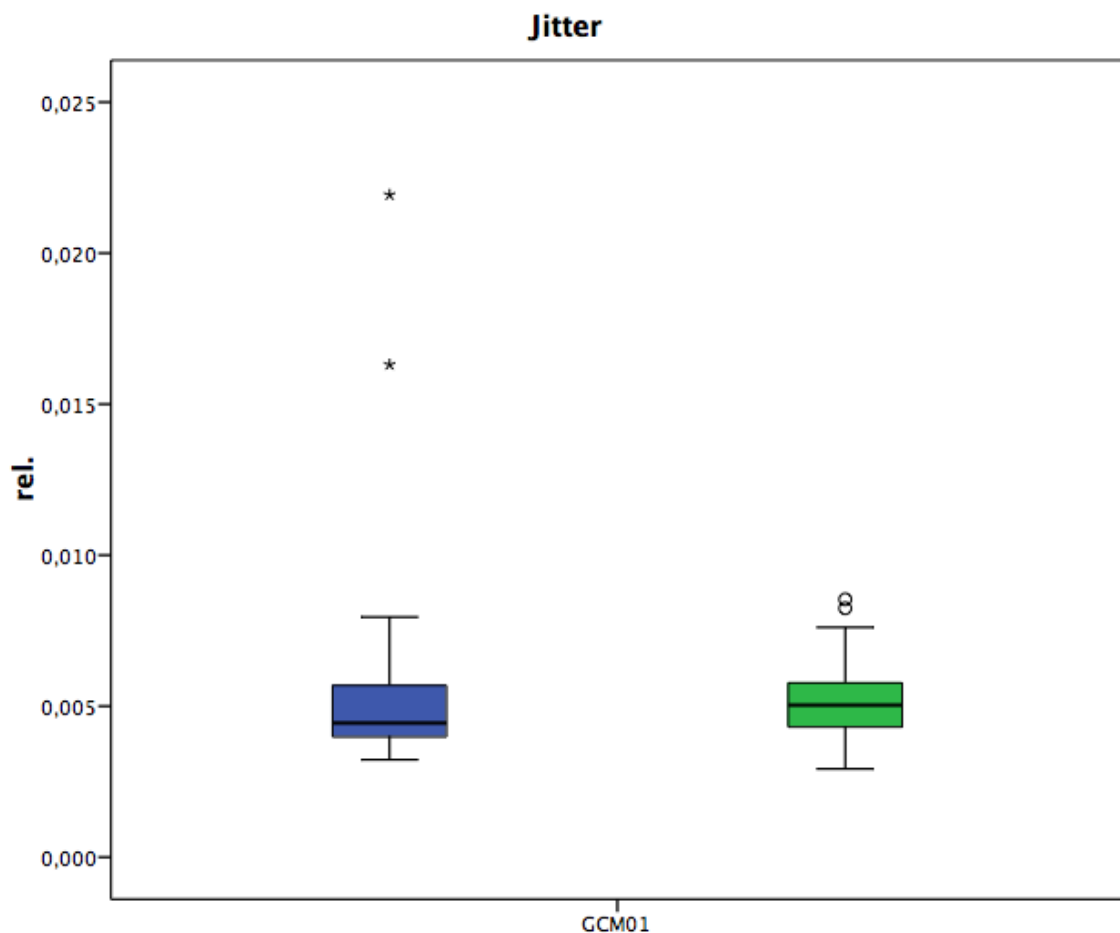


Figura 138. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa en el *jitter* que la dispersión de datos no presenta ningún tipo de variación porcentual en las muestras posteriores respecto a las previas a la intervención. Se detecta que las muestras previas manifiestan una dispersión acusada hacia el tercer cuartil, donde se sitúan los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. También constatan estas muestras dos datos atípicos acusados por encima de dicho cuartil. Las muestras posteriores a la intervención revelan una gran simetría de la distribución alrededor de la mediana; expone dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil.

En las muestras posteriores se advierte que la mediana asciende —un 25 %— respecto a la previa. Es decir, la mediana posterior implica un mayor comportamiento disfuncional fonatorio tras la intervención, aunque tanto la mediana previa como la posterior a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

En este rasgo, el comportamiento fonatorio disfuncional se incrementa mientras que la dispersión de los datos permanece sin cambios.

Con respecto al *shimmer*, la figura 139 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención

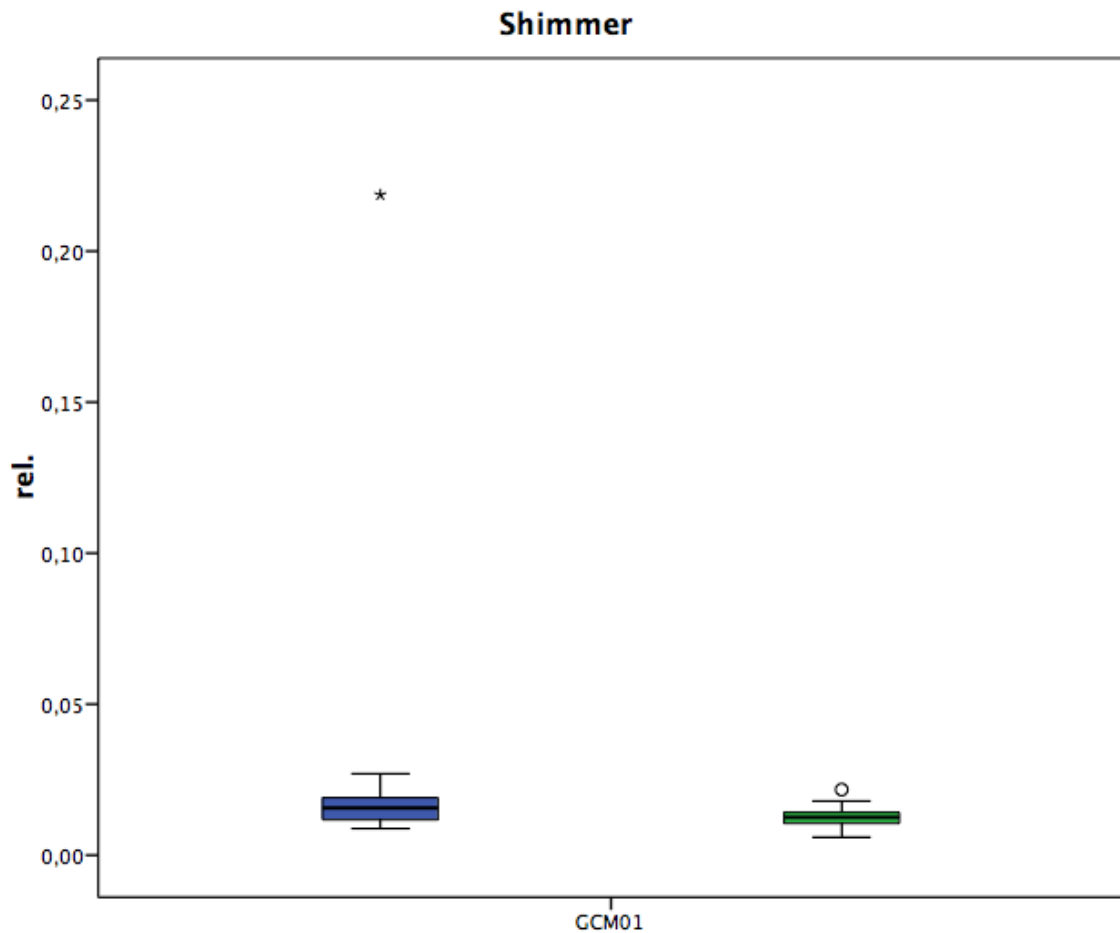


Figura 139. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El *shimmer* presenta una reducción pronunciada en la dispersión de los datos posteriores a la intervención —el 50 %— respecto a las previas, es decir, se produce un incremento en la homogeneidad de la distribución. Los datos, tanto de las muestras previas como de las posteriores, se distribuyen de manera bastante simétrica alrededor de la mediana. Las muestras previas exponen un dato atípico acusado por encima del tercer cuartil y las muestras posteriores, un valor atípico moderado también por encima del tercer cuartil.

En la mediana de las muestras posteriores a la intervención se observa una disminución acusada —el 20 %— respecto a la previa. Esto supone la disminución en el índice de comportamiento fonatorio disfuncional. Ninguna de las medianas excede los límites normativos.

Existe alineamiento entre los parámetros de este rasgo ya que las muestras posteriores a la intervención en ambos índices revelan un descenso porcentual. El descenso en la dispersión de los datos otorga fiabilidad al descenso expuesto por la mediana posterior a la intervención.

En cuanto al rasgo del desbalance de la masa del cuerpo, la figura 140 muestra los resultados de los gráficos de caja.

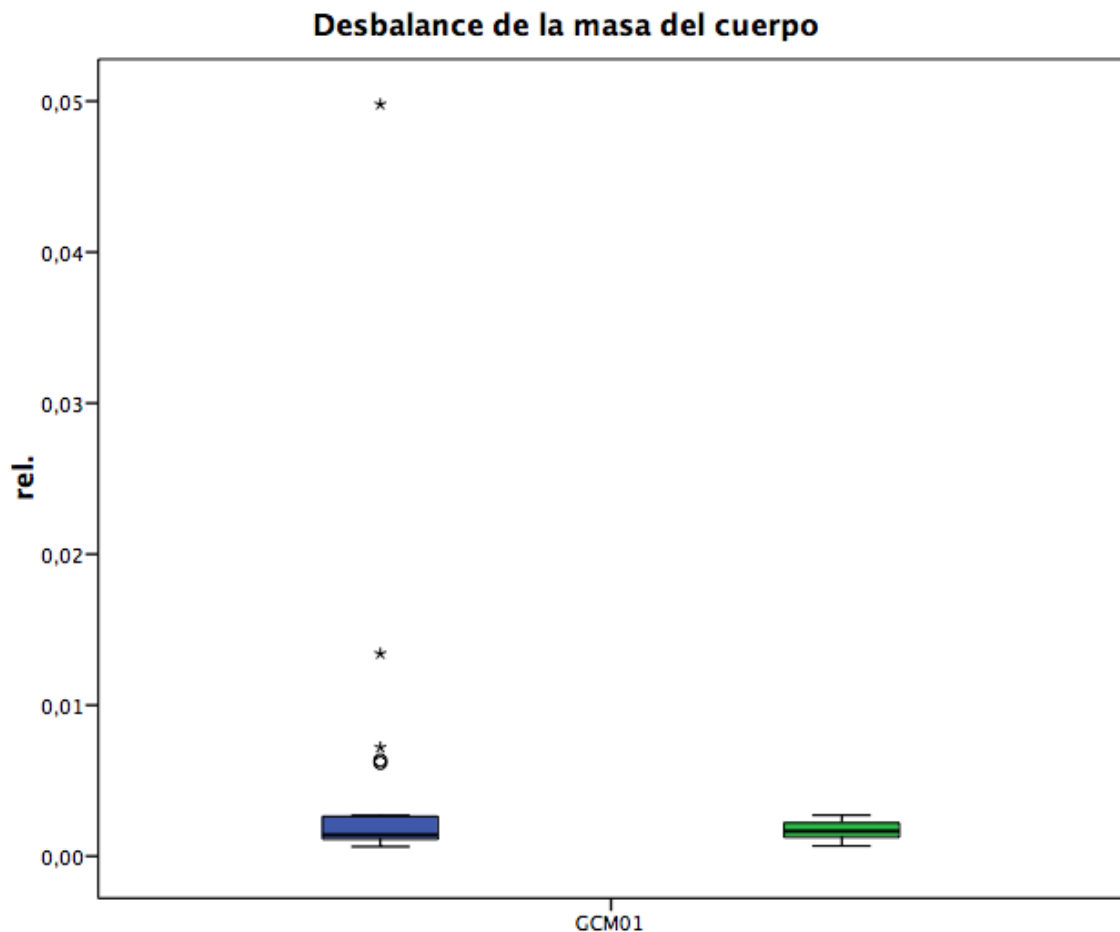


Figura 140. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El desbalance de la masa del cuerpo revela en sus muestras posteriores a la intervención un pronunciado descenso en el rango intercuartílico —el 50 %— respecto a las muestras previas. Eso significa que la homogeneidad se incrementa acusadamente. También se observa una simetría elevada en la distribución de los datos en estas muestras. Sin embargo, en las muestras previas se constata una enorme asimetría donde se observa la dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, lo que significa una cierta heterogeneidad. Se aprecian cinco datos atípicos —tres de ellos acusados— por encima de dicho cuartil.

El valor observado en la mediana previa y posterior es el mismo, es decir, el comportamiento fonatorio tras la intervención no cambia. Ambas medianas se hallan dentro de los límites normativos.

La invariabilidad de las medianas no quiere decir que no existe mejoría por la intervención ya que la reducción de la dispersión es una mejora en la distribución de los datos.

La figura 141 expone los diagramas de cajas correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la tensión del cuerpo.

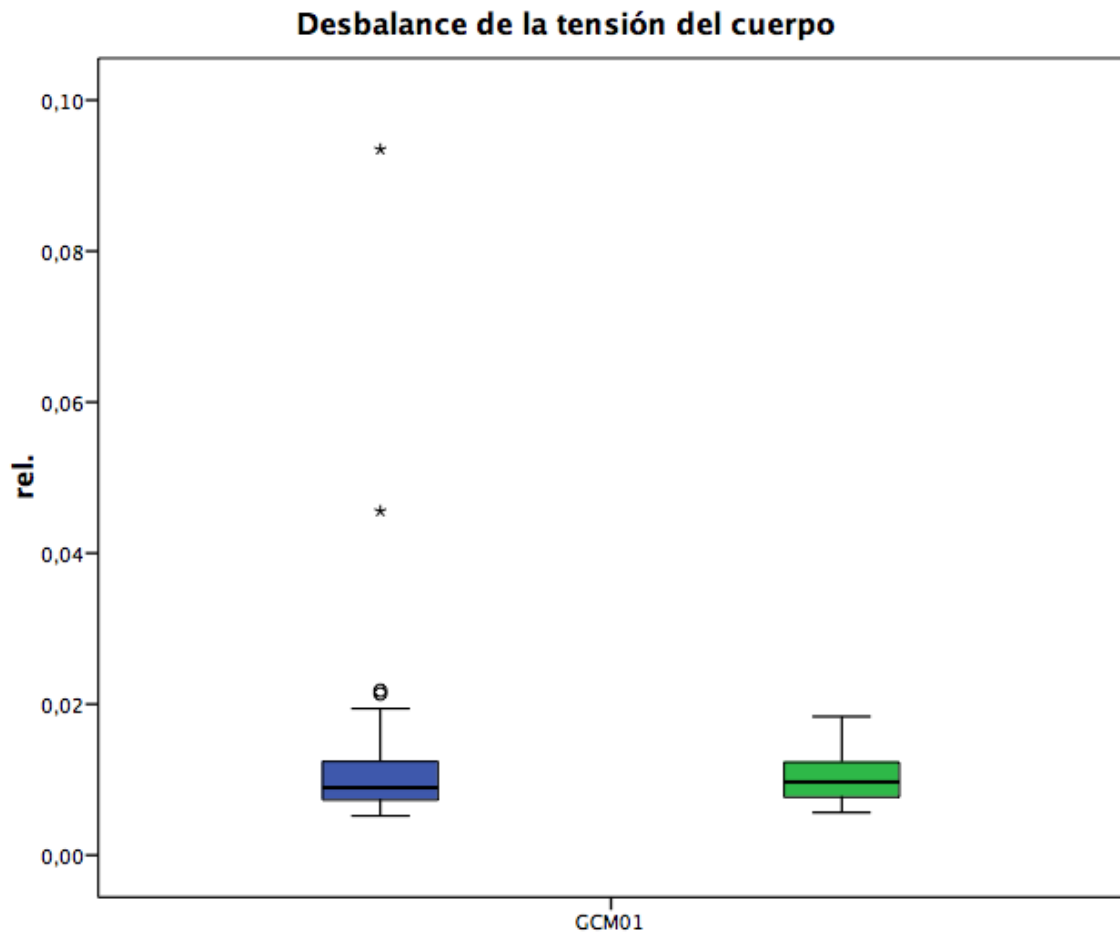


Figura 141. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa que, en las muestras previas a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo, los datos se encuentran ligeramente más dispersos que en las posteriores, indicativo de una heterogeneidad algo elevada en dichos datos. Además, este rasgo presenta una dispersión acusada hacia el tercer cuartil, la zona por encima de la mediana donde los valores revelan un índice más elevado de comportamiento disfuncional fonatorio. La dispersión impide la simetría de las muestras alrededor de la mediana. Asimismo, las muestras posteriores constatan cuatro datos atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil. La gráfica correspondiente a las muestras posteriores a la intervención refleja una reducción en la dispersión de datos—el 16,7 %—, lo que revela una disminución en la heterogeneidad de la

distribución. La simetría en la distribución alrededor de la mediana es muy elevada.

En cuanto a la mediana de las muestras posteriores a la intervención, se observa un ascenso moderado respecto a la previa —el 12,5 %—. Ambos valores de mediana se encuentran dentro de los límites normativos, pero el ascenso denota un aumento en la disfuncionalidad fonatoria.

En este caso, el ascenso moderado de la mediana posterior a la intervención y la reducción de la dispersión de los datos indica que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

Con respecto al desbalance de la masa de la cubierta, los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención se ofrecen en la figura 142.

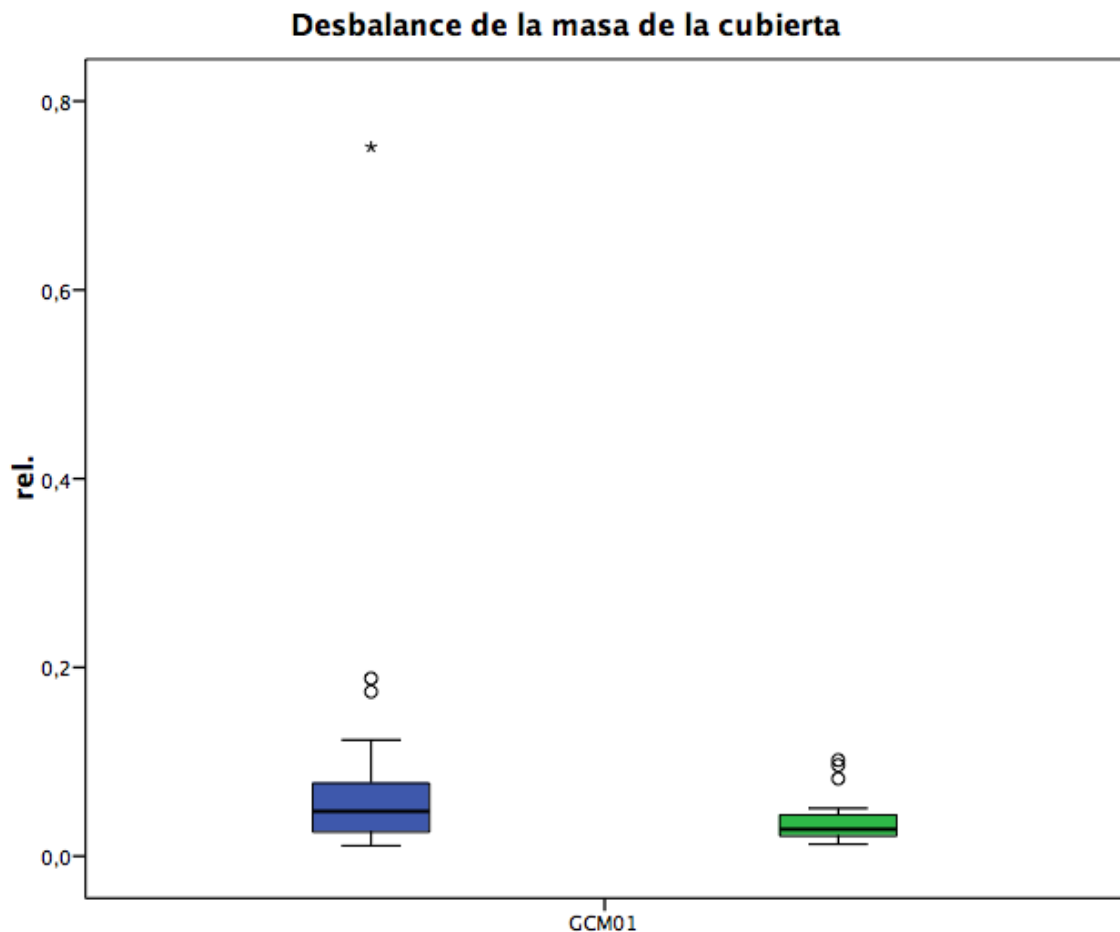


Figura 142. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa que, en las muestras previas a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta, los datos se presentan con una cierta dispersión hacia el tercer cuartil, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Las muestras se distribuyen alrededor de la mediana de una forma algo asimétrica. Además, se observan tres datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil. Tras la intervención, las muestras descienden en el rango intercuartílico —el 61,5 %—, lo que revela una enorme disminución en la heterogeneidad de la distribución. Sigue existiendo una cierta dispersión hacia el tercer cuartil en estas muestras que revelan tres datos atípicos moderados.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención expone un descenso pronunciado respecto a la previa —el 40,4 %—, lo que supone un aumento en el comportamiento fonatorio funcional. Ambos valores de la mediana se encuentran dentro de los límites normativos.

Como la mediana y el rango intercuartílico posteriores a la intervención manifiestan un descenso, se puede interpretar que en el desbalance de la masa de la cubierta la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.



La figura 143 que sigue a continuación refleja los gráficos de las muestras previas y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta.

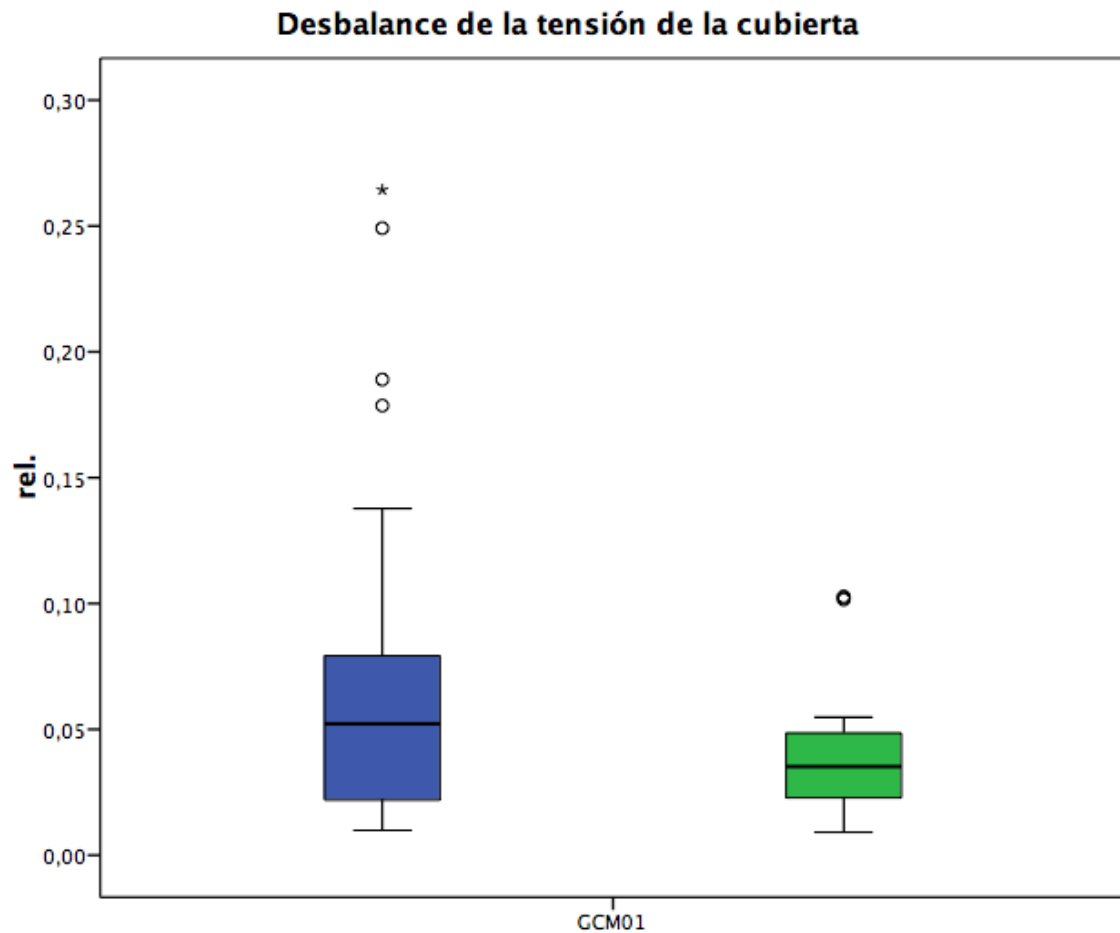


Figura 143. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención presentan un índice elevado de simetría. Las muestras previas constatan cuatro datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil y la dispersión es mayor que en las muestras posteriores. Tras la intervención, se observa una fuerte reducción en la dispersión de los datos —un 60,5 %— que significa el aumento de la homogeneidad en la distribución. Estas muestras revelan tres datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores manifiesta una disminución en su valor —el 32,7 %— en relación con la mediana de las muestras previas. Es decir, se incrementa el comportamiento fonatorio funcional, aunque las medianas previa y posterior resultan ser normativas.

En el desbalance de la tensión de la cubierta, los parámetros examinados descienden en su valor posterior a la intervención. La disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

A continuación, en la figura 144, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor fisiológico.

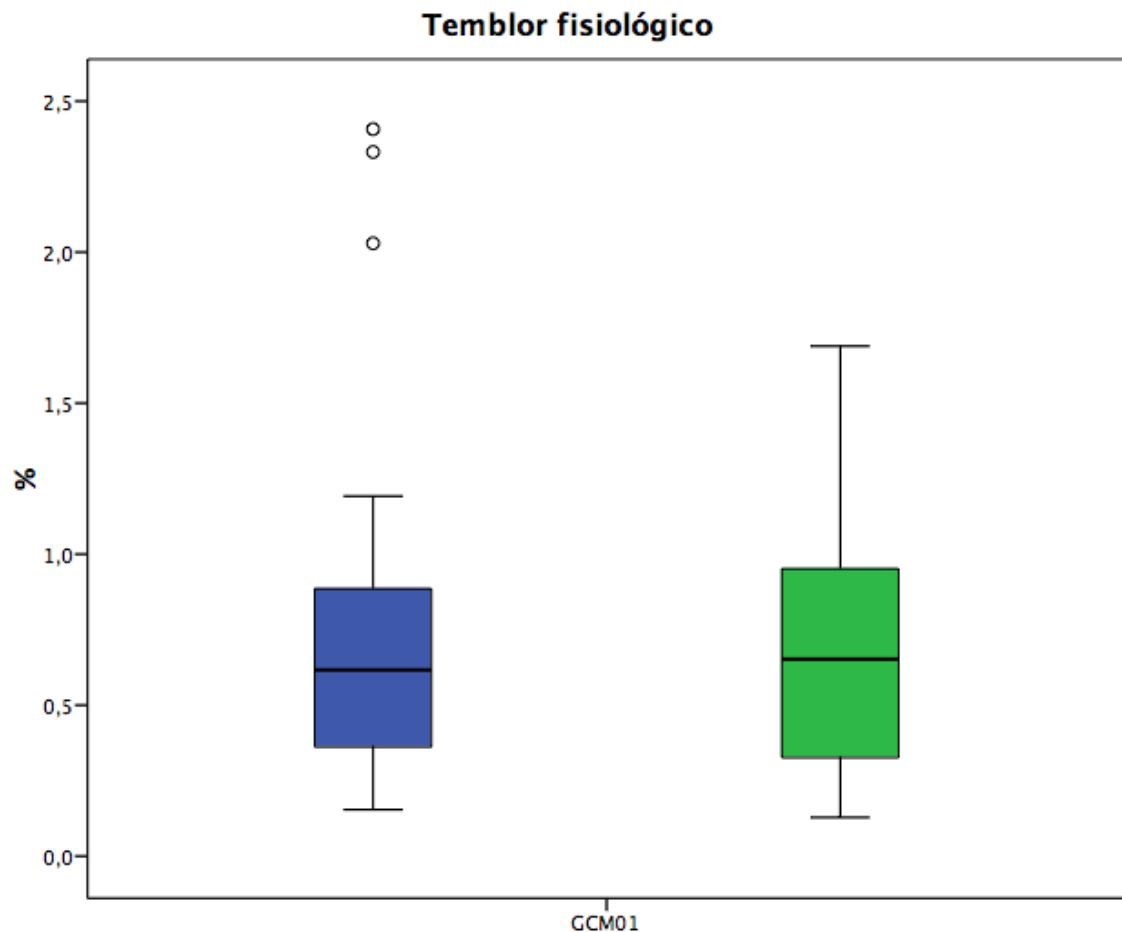


Figura 144. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el temblor fisiológico se advierte en las muestras posteriores a la intervención un leve aumento tanto en el rango intercuartílico —el 10,9 %— como en la mediana —el 5,8 %—. El incremento en la dispersión de los datos implica un leve aumento en la homogeneidad de la distribución. El aumento en la mediana posterior a la intervención implica una disminución en el comportamiento fonatorio funcional aunque la mediana previa y la posterior a la intervención se hallan dentro de los límites normativos. En ambos grupos de muestras se observa un alto grado de simetría y en las muestras previas se detectan tres datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil.

La mediana y el rango intercuartílico posteriores a la intervención expresan un ascenso en sus valores. Es decir, que se incrementa el comportamiento fonatorio disfuncional pero no muestra fiabilidad esta información.

En la figura 145 que aparece a continuación, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor neurológico.

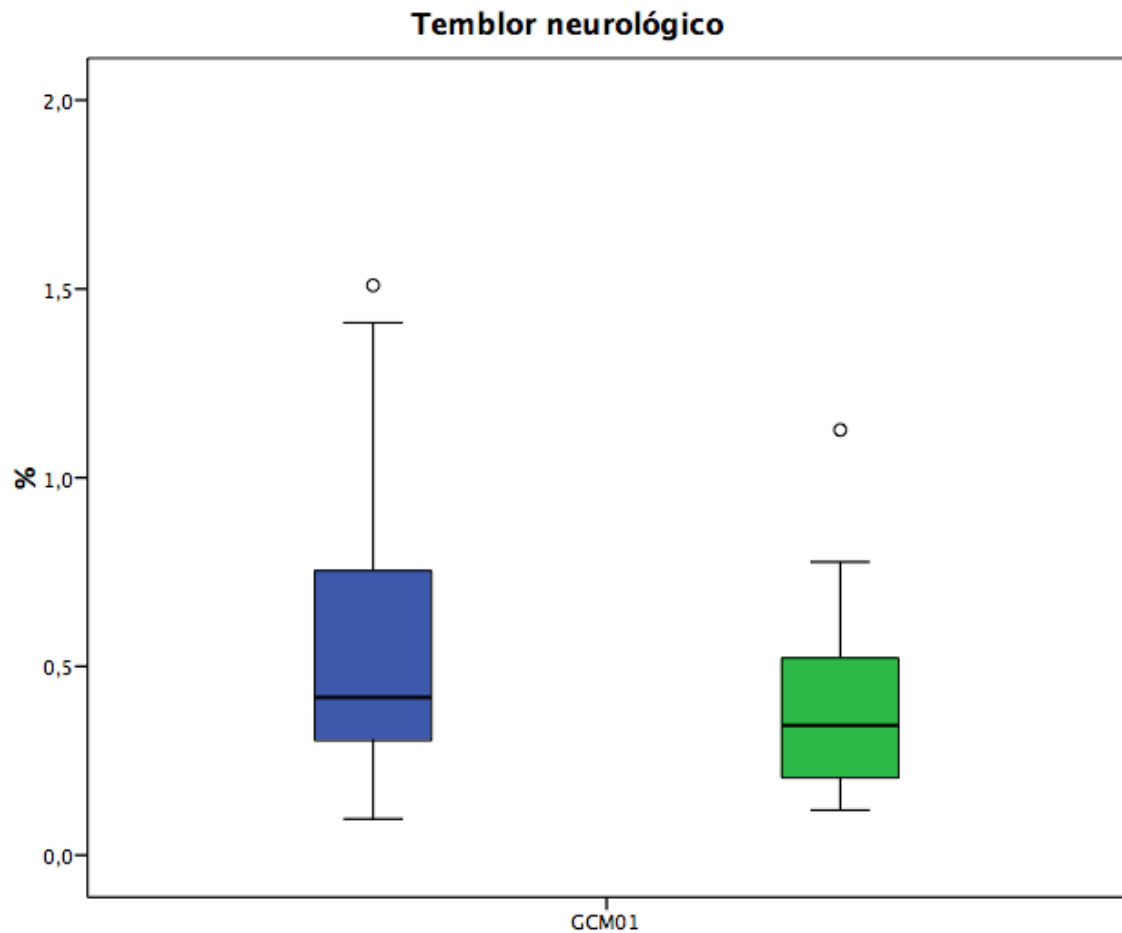


Figura 145. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En las muestras previas a la intervención del temblor neurológico se constata una gran dispersión hacia el tercer cuartil, que es la zona que corresponde a un mayor comportamiento disfuncional fonatorio. La asimetría es alta puesto que los datos se dispersan por encima de la mediana. También se observa un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. Las muestras posteriores revelan una reducción en la dispersión de datos —el 31,3 %— que implica la disminución en la heterogeneidad de la distribución. Existe aún una cierta dispersión hacia el tercer cuartil, pero la simetría aumenta de forma notoria. Se advierte un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención manifiesta una disminución —el 17,7 %— que significa que aumenta la funcionalidad fonatoria. Ambas medianas se hallan, no obstante, dentro de los límites normativos.

Ambos parámetros descienden en sus valores posteriores a la intervención. Así pues se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 146 se ofrecen los gráficos de caja correspondientes al *flutter*.

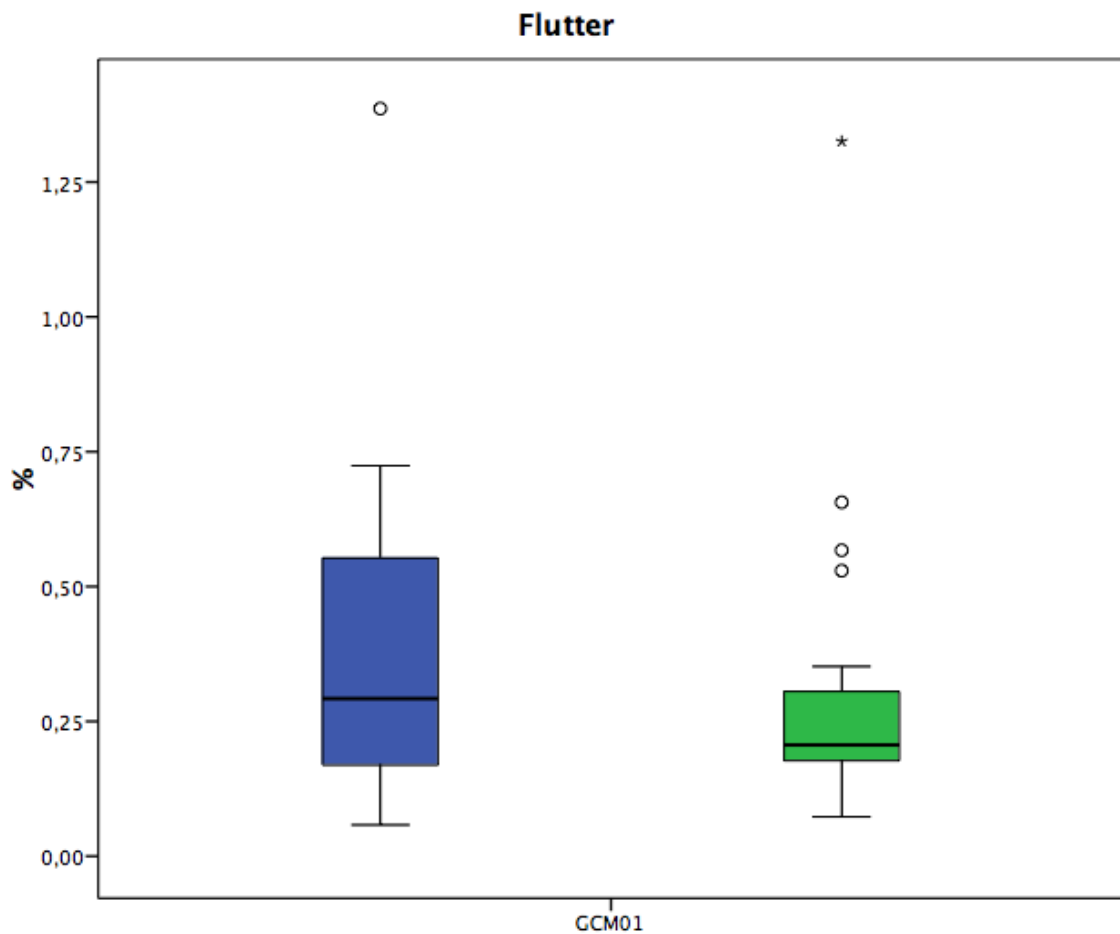


Figura 146. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el *flutter* destaca la gran dispersión de datos que se advierte en las muestras previas a la intervención y la gran disminución que se observa tras la intervención —el 65,1 %—. La disminución del rango intercuartílico entraña una elevada homogeneidad en los datos. Las muestras previas se dispersan por encima de la mediana, la dispersión se dirige hacia el tercer cuartil, la zona que corresponde a un mayor comportamiento

disfuncional fonatorio. La asimetría en la distribución es muy pronunciada. Además, las muestras previas presentan un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. En las muestras posteriores también se advierte una dispersión de los datos hacia el tercer cuartil y cuatro datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores también experimenta un notable descenso —el 29,5 %— que ocasiona un aumento en el comportamiento fonatorio funcional. Ambas medianas se hallan dentro de los límites normativos.

En los parámetros examinados, ambos reducen el valor posterior a la intervención. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Con respecto al temblor global, la figura 147 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

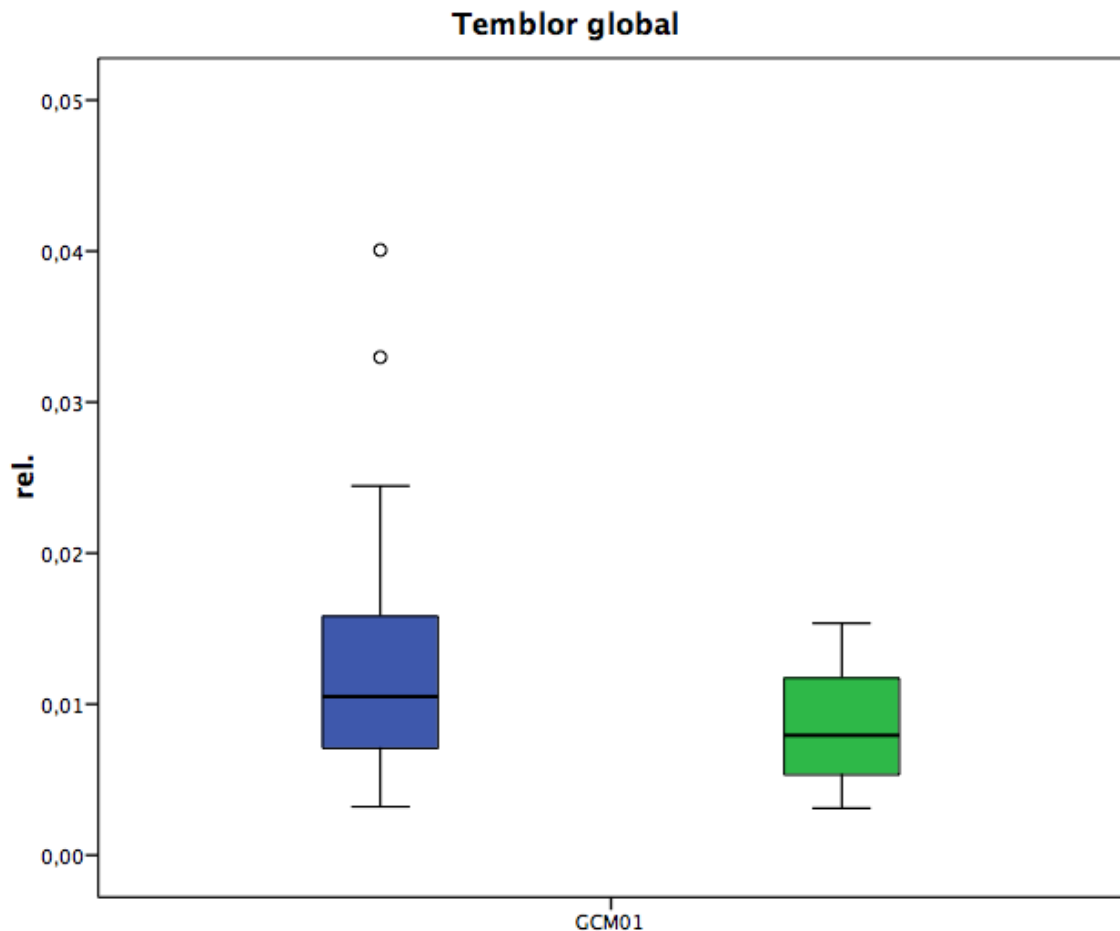


Figura 147. Caso GCM01. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

El porcentaje de disminución en las muestras posteriores tanto de la dispersión de los datos como de la mediana es idéntico en ambos casos. Tanto un parámetro como el otro disminuyen el 30 %, por efecto de la intervención. La disminución en la dispersión de datos implica el aumento en la homogeneidad de la distribución. El descenso de la mediana supone el aumento en la funcionalidad del comportamiento fonatorio, aunque ambas medianas se encuentran dentro de los límites normativos. Las muestras previas y las posteriores exponen una dispersión moderada hacia el tercer cuartil, la zona donde se sitúan los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. Ambos gráficos exponen un cierto grado de asimetría. Las muestras previas revelan dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil.

El alineamiento de los parámetros del temblor global es perfecto, puesto que tanto el comportamiento fonatorio disfuncional como la inestabilidad fonatoria disminuyen. Se puede decir que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

Los resultados del test de Wilcoxon para la significación estadística sobre la relación de las muestras anteriores y las posteriores se resumen en la tabla 50.

Tabla 50. Caso GCM01. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-2,435	0,015*
<i>Jitter</i>	-1,197	0,231
<i>Shimmer</i>	-2,543	0,011*
Desbalance de la masa del cuerpo	-0,390	0,696
Desbalance de la tensión del cuerpo	-0,040	0,968
Desbalance de la masa de la cubierta	-2,946	0,003**
Desbalance de la tensión de la cubierta	-2,839	0,005**
Temblor fisiológico	-0,309 <sup>c</sup>	0,757
Temblor neurológico	-1,493	0,135
<i>Flutter</i>	-1,493	0,135
Temblor global	-1,951	0,051

\**p* < 0,05; \*\**p* < 0,01; \*\*\**p* < 0,001

La duodécima participante no presenta ningún rasgo cuyas medianas previas o posteriores a la intervención se encuentran fuera de los límites normativos (véase la tabla 48). No obstante, los rasgos del desbalance de la masa de la cubierta y del desbalance de la tensión de la cubierta manifiestan un descenso muy acusado en sus muestras posteriores —un 40,4 % y un 32,7 %— (véase la tabla 49); dichos descensos resultan ser estadísticamente significativos, con un valor de  $p$  inferior a 0,01. El *shimmer* es otro rasgo que desciende —el 20 %— en sus muestras posteriores de manera estadísticamente significativa (con un valor de  $p$  inferior a 0,05). La frecuencia fundamental expone un incremento en las muestras posteriores a la intervención y dicho ascenso resulta ser estadísticamente significativo (con un valor de  $p$  inferior a 0,05). Los demás rasgos, algunos de ellos con descensos o incrementos como el *jitter* —con un 25 % de incremento—, el *flutter* —con un 29,5 % de reducción— o el temblor global —con un 30 % de descenso— (véase la tabla 49) no obtienen diferencias estadísticamente significativas por efecto de la intervención.

A continuación el test de Wilcoxon efectuado sobre el conjunto de los valores de los diez rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética —todos los rasgos a excepción de la frecuencia fundamental— de esta participante, valores extraídos por el programa *BioMet®Phon* ofrece como resultado que valor  $z$  para la relación entre las muestras previas y posteriores a la intervención en el conjunto de estos rasgos es de -4,311 y su valor  $p$  es menor a 0,001. Efectuada la corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se puede concluir que los cambios producidos por la intervención resultan ser estadísticamente significativos en este grupo de rasgos para este participante.

Respecto a los cambios observados en el rango intercuartílico, el test de Wilcoxon ofrece el resultado de un valor de  $z$  de -1,838 y un valor de  $p$  de 0,066 ( $p > 0,05$ ). En este caso los cambios registrados en la valoración global de las medidas de dispersión no resultan estadísticamente significativos.

Cabe destacar la heterogeneidad de resultados en las medianas de los rasgos que conforman el grupo analizado. Tres rasgos presentan un incremento en las medianas posteriores a la intervención, seis manifiestan un descenso en dichas medianas y uno de ellos no exhibe ningún tipo de variación (véase la tabla 48). A pesar de esta heterogeneidad, el resultado global es estadísticamente significativo. No



ocurre lo mismo con la dispersión de los datos que no alcanza significación estadística en su valoración global.

### Participante 13 (GCM02)

Esta participante tiene 63 años al inicio del experimento. Tiene epilepsia producida por micro-infartos cerebrales desde hace unos seis años y un pequeño edema cerebral. Es una participante polimedicada. Toma antidiabéticos, colesterol, ansiolíticos, antiepilépticos, antidepresivos, tiroxina y anticoagulantes.

Realizado el test de Shapiro-Wilk se observa que la mayoría de rasgos presentan distribuciones no normales ( $p < 0,05$ ). Los rasgos que presentan normalidad son la frecuencia fundamental previa ( $p = 0,391$ ) y posterior ( $p = 0,961$ ) a la intervención. Se asume, pues, la no normalidad y se utilizan pruebas no paramétricas para el análisis estadístico. El test de Wilcoxon es el adecuado, en este caso, para comprobar la significación estadística rasgo a rasgo y, para la valoración conjunta, se efectúa, además, la corrección de Bonferroni.

En la tabla 51 se evidencian los resultados de las medianas y los rangos intercuartílicos obtenidas de las grabaciones anteriores y posteriores a la intervención y si las medianas se encuentran dentro de los límites normativos que establece la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis.

Tabla 51. Caso GCM02. Se recogen los valores de la mediana y el rango intercuartílico de cada rasgo analizado. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 15.

Rasgos	Unidades	Mediana		Rango intercuartílico	
		Previo	Posterior	Previo	Posterior
Frecuencia fundamental	Hz	171	175	39	15
<i>Jitter</i>	(rel.)	0,008	0,007	0,009	0,004
<i>Shimmer</i>	(rel.)	0,019	0,015	0,007	0,012
Desbalance de la masa del cuerpo	(rel.)	0,006	0,002	0,008	0,012
Desbalance de la tensión del cuerpo	(rel.)	0,022	0,015	0,028	0,022
Desbalance de la masa de la cubierta	(rel.)	0,040	0,034	0,126	0,046
Desbalance de la tensión de la cubierta	(rel.)	0,039	0,035	0,186	0,054
Temblor fisiológico	%	0,973	0,419	0,637	1,264
Temblor neurológico	%	0,593	0,353	0,794	1,068
<i>Flutter</i>	%	0,257	0,181	0,489	0,445
Temblor global	(rel.)	0,012	0,007	0,008	0,021

La frecuencia fundamental es el único rasgo cuya mediana previa a la intervención se encuentra por debajo del límite inferior normativo. Las medianas de todos los demás rasgos se encuentran dentro de los límites normativos. Además, todos los rasgos, a excepción de la frecuencia fundamental, manifiestan un descenso de las medianas posteriores respecto a las previas.

El valor de la mediana previa a la intervención de la frecuencia fundamental — 171 Hz—, se encuentra a 2 Hz por debajo del límite normativo inferior que, para este rasgo, es de 173 Hz. La mediana posterior a la intervención, cuyo valor es de 175 Hz, se incrementa en 4 Hz respecto de la previa y se sitúa a 2 Hz por encima del límite normativo inferior. El *jitter* presenta un descenso de una milésima (rel.) en la mediana de las muestras posteriores a la intervención —cuyo valor es de 0,007 (rel.)— respecto a la mediana de las muestras previas —cuyo valor es de 0,008 (rel.)—. El *shimmer* llega hasta las 4 milésimas de descenso entre las muestras previas —con un valor de mediana de 0,019 (rel.)— y las posteriores —cuyo valor es de 0,015 (rel.)—.

Los diferentes tipos de desbalances también presentan, asimismo, un descenso en las muestras posteriores. La mediana de las muestras posteriores a la intervención en el desbalance de la masa del cuerpo, cuyo valor es de 0,002 (rel.), se reduce en 4 milésimas respecto a la mediana de las muestras previas —con un valor de 0,006 (rel.)—. Eso supone un descenso de las muestras posteriores a la intervención de más de la mitad del valor de las previas. En el caso del desbalance de la tensión del cuerpo, el descenso que presentan las muestras posteriores a la intervención—con una mediana de 0,015 (rel.)— implica 7 milésimas respecto a las muestras previas —con una mediana de 0,022 (rel.)—. En lo que se refiere al desbalance de la masa de la cubierta, la disminución existente en la mediana posterior a la intervención —con un valor de 0,034 (rel.)— respecto a la mediana previa a la intervención —cuyo valor es de 0,040 (rel.)— supone 6 milésimas. Por último, el desbalance de la tensión de la cubierta reduce en 4 milésimas la mediana posterior a la intervención —cuyo valor es de 0,035 (rel.)— respecto a la mediana de las muestras previas —cuyo valor es de 0,039 (rel.)—.

En cuanto a los temblores, el temblor fisiológico muestra, asimismo, un descenso de 554 milésimas en las muestras posteriores a la intervención —cuya mediana es de 0,419 %— respecto a las muestras previas —cuya mediana es de 0,973 %—. Además, el valor de la mediana posterior supone un descenso de más de la mitad respecto a la previa. El temblor neurológico presenta una diferencia de 240 milésimas entre la mediana de las muestras previas a la intervención —con un valor de 0,593 %— y la mediana de las muestras posteriores —con un valor de 0,353 %—. Esta variación

de las muestras posteriores supone un descenso de casi la mitad con respecto de las muestras previas. En cuanto al *flutter*, este rasgo presenta también un descenso entre las muestras previas —cuya mediana tiene un valor de 0,257 %— y las muestras posteriores —cuya mediana tiene un valor de 0,181 %—. El descenso del *flutter* es, pues, de 76 milésimas. Por último, en el temblor global se observa que el valor de su mediana posterior a la intervención es de 0,007 (rel.), mientras que el valor de la mediana previa a la intervención es de 0,012 (rel.). Esto evidencia que, en este rasgo, el descenso de la mediana previa respecto a la posterior resulta ser 5 milésimas, lo que significa que se reduce casi la mitad.

En la tabla 52 se reflejan los porcentajes de aumento o disminución de las medianas y los rangos intercuartílicos en las muestras posteriores a la intervención de cada rasgo respecto a las previas.

Tabla 52. Caso GCM02. Diferencia porcentual entre las muestras previas y posteriores a la intervención de las medianas y de los rangos intercuartílicos. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 16.

Rasgo	M (%)	RI (%)
Frecuencia fundamental	2,3	-61,5
<i>Jitter</i>	-12,5	-55,6
<i>Shimmer</i>	-21,1	71,4
Desbalance de la masa del cuerpo	-66,7	50
Desbalance de la tensión del cuerpo	-31,8	-21,4
Desbalance de la masa de la cubierta	-15	-63,5
Desbalance de la tensión de la cubierta	-10,3	-71
Temblor fisiológico	-56,9	98,4
Temblor neurológico	-40,5	34,5
<i>Flutter</i>	-29,6	-9
Temblor global	-41,7	162,5

Casi todas las variaciones porcentuales entre los valores de las medianas previas y posteriores a la intervención de la participante decimotercera resultan ser negativos, es decir, que las medianas posteriores indican un descenso en la disfunción fonatoria respecto a las previas. La única excepción a los descensos es la frecuencia fundamental que revela un ascenso en la funcionalidad fonatoria —el 2,3 %— para la mediana posterior. Las muestras previas de la frecuencia fundamental se sitúan por debajo del límite normativo inferior y el incremento causado por la intervención es lo suficientemente alto como para que las muestras posteriores se hallen dentro de los límites normativos.

Respecto al resto de rasgos, el que expone la mayor disminución porcentual de todos es el desbalance de la masa del cuerpo —con un 66,7 %—. El temblor fisiológico —con un 56,9 %— también presenta un importante descenso al igual que ocurre con el temblor global —con el 41,7 %— y el temblor neurológico —con el 40,5 %—. El desbalance de la tensión del cuerpo —con un 31,8 %—, el *flutter* —con un 29,6 %— y el *shimmer* —con un 21,1 %— también muestran acusados descensos. Por último, el desbalance de la masa de la cubierta —con el 15 %—, el *jitter* —con un 12,5 %— y el desbalance de la tensión de la cubierta —con un 10,3 %— son los rasgos que menor porcentaje de reducción manifiestan.

Algo más de la mitad de los rangos intercuartílicos posteriores a la intervención revelan un descenso porcentual y el resto de rasgos refleja un incremento porcentual. El desbalance de la tensión de la cubierta —con el 71 %— es el rasgo que muestra una mayor reducción de la inestabilidad fonatoria. Otros tres rasgos que reducen la dispersión de los datos posteriores a la intervención son el desbalance de la masa de la cubierta —con el 63,5 %—, la frecuencia fundamental —con el 61,5 %— y el *jitter* —con el 55,6 % de descenso—. Los rasgos que reflejan las menores disminuciones de la inestabilidad fonatoria son el desbalance de la tensión del cuerpo —con el 21,4 %— y el *flutter* —con el 9 %—.

El resto de rasgos analizados muestra un incremento porcentual en los rangos intercuartílicos posteriores. El rasgo que muestra el mayor incremento en la irregularidad fonatoria es el temblor global —con un 162,5 %—. El temblor fisiológico —con el 98,4 %— también muestra un acusado ascenso en la dispersión de datos como ocurre con el *shimmer* —con el 71,4 %— o con el desbalance de la masa del cuerpo —con un 50 % de ascenso—. El temblor neurológico —con un 34,5 %— es el rasgo que menor incremento expone, aunque sigue siendo un porcentaje muy pronunciado.

Esta última participante expone unos resultados heterogéneos. Cinco de los rasgos analizados revelan un descenso en las muestras posteriores a la intervención tanto en las medianas como en los rangos intercuartílicos y se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad. Estos rasgos son el *jitter*, desbalance de la tensión del cuerpo, el desbalance de la masa de la cubierta, el

desbalance de la tensión de la cubierta y el *flutter*. En otros cinco rasgos el comportamiento fonatorio disfuncional se reduce mientras que la dispersión de los datos aumenta y se puede interpretar que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad. Se trata del *shimmer*, del desbalance de la masa del cuerpo, del temblor fisiológico, del temblor neurológico y del temblor global. Por último, la frecuencia fundamental es el único rasgo que expresa un aumento en la mediana posterior a la intervención y una reducción de la dispersión de los datos posteriores y se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad. El incremento en la mediana causa que las muestras previas, que se encuentran por debajo del límite inferior normativo, se sitúan dentro de los límites normativos tras la intervención.

Mediante los diagramas de caja que comparan las muestras previas y posteriores a la intervención de cada uno de los rasgos analizados en el presente estudio se pueden constatar gráficamente los cambios descritos anteriormente. En la figura 148 aparecen los diagramas de caja concernientes a las muestras de la frecuencia fundamental que explican gráficamente los cambios descritos anteriormente.

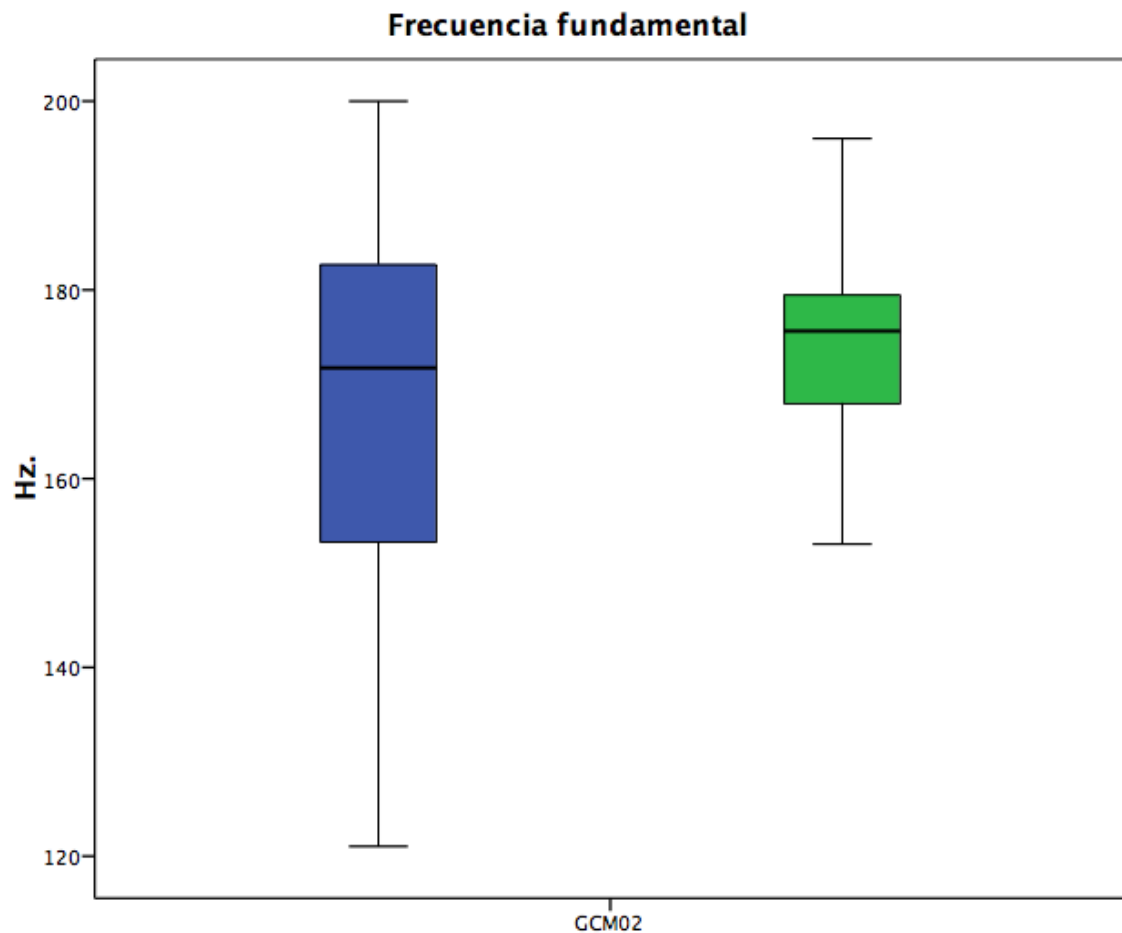


Figura 148. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención de la frecuencia fundamental. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Mediante los diagramas de caja de la frecuencia fundamental se observa en las muestras previas a la intervención una gran dispersión de los datos con una importante dispersión hacia el primer cuartil y una asimetría acusada. Los valores tienden a dispersarse por debajo de la mediana revelando un menor grado de comportamiento disfuncional fonatorio. La dispersión de datos tras la intervención se reduce considerablemente —en un 61,5 %—, lo que significa un gran aumento en la

homogeneidad de los datos. Las muestras posteriores siguen presentando una amplia dispersión hacia el primer cuartil y la asimetría es acusada.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención aumenta levemente —el 2,3 %— lo que implica un aumento en el comportamiento fonatorio disfuncional. Sin embargo, en el caso de este rasgo y de la decimotercera participante, la mediana previa a la intervención se encuentra por debajo del límite normativo inferior. El incremento observado tras la intervención ocasiona que la mediana posterior se sitúe dentro de los límites normativos.

Se puede interpretar que la disfunción fonatoria aumenta, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 149 aparecen los diagramas de caja relativos al *jitter*.

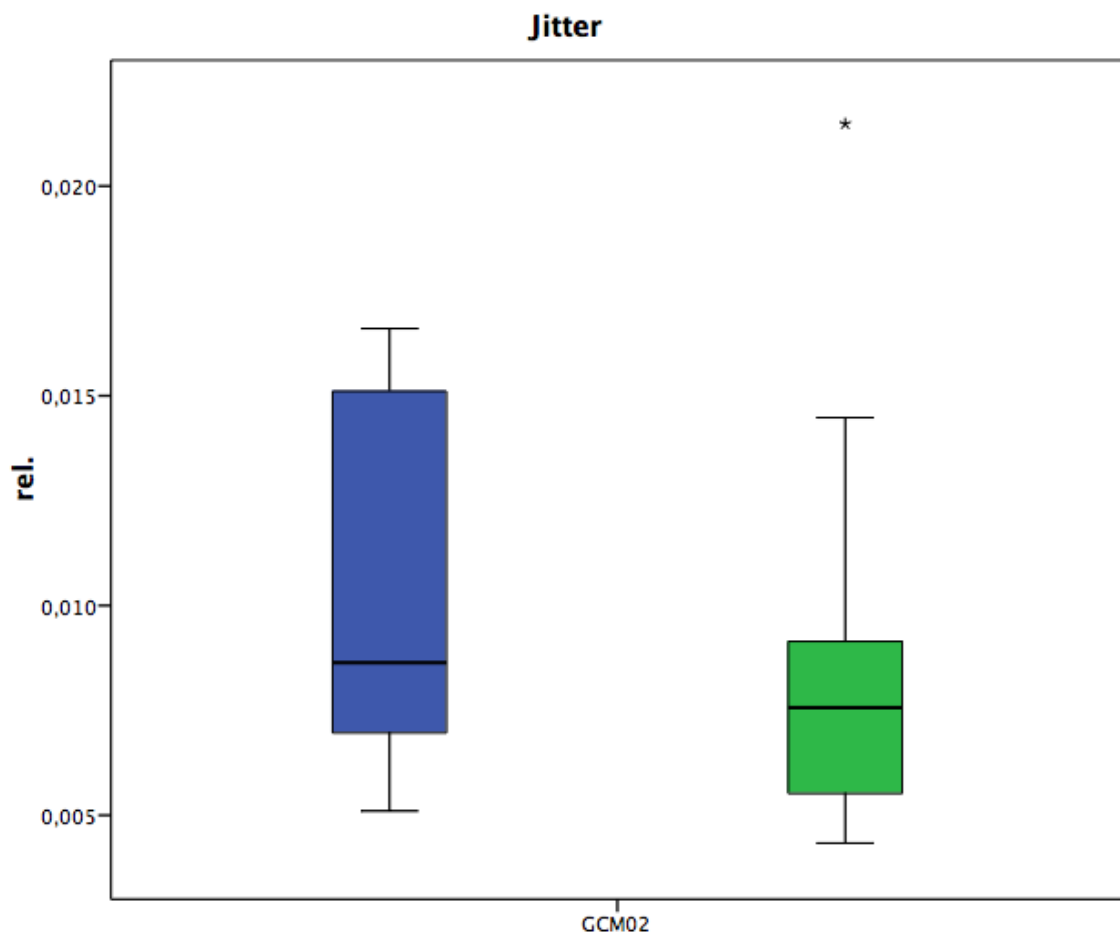


Figura 149. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *jitter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.



El *jitter* presenta en las muestras previas a la intervención una elevada dispersión de datos con una gran dispersión hacia el tercer cuartil y una considerable asimetría. Los valores se dispersan en la zona donde los datos revelan un alto grado de comportamiento disfuncional fonatorio. Las muestras posteriores a la intervención exponen una reducción acusada en la dispersión de los datos —un 55,6 %—, que denota un aumento en la homogeneidad de la distribución. La dispersión que presentan las muestras previas en el tercer cuartil, se reduce notablemente en las muestras posteriores. La simetría manifiesta una mejora, aunque se observa una cierta dispersión, esta vez hacia el primer cuartil, hacia la zona donde los valores expresan un menor comportamiento disfuncional. Las muestras posteriores también presentan un dato atípico acusado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención revela un moderado descenso —el 12,5 %— lo que implica un incremento en el comportamiento fonatorio funcional. Ambas medianas se hallan dentro de los límites normativos.

Este rasgo presenta alineamiento, puesto que tanto la mediana como el rango intercuartílico exhiben un descenso en las muestras posteriores a la intervención. Así pues, se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

En la figura 150 aparecen los diagramas de caja relativos al *shimmer*.

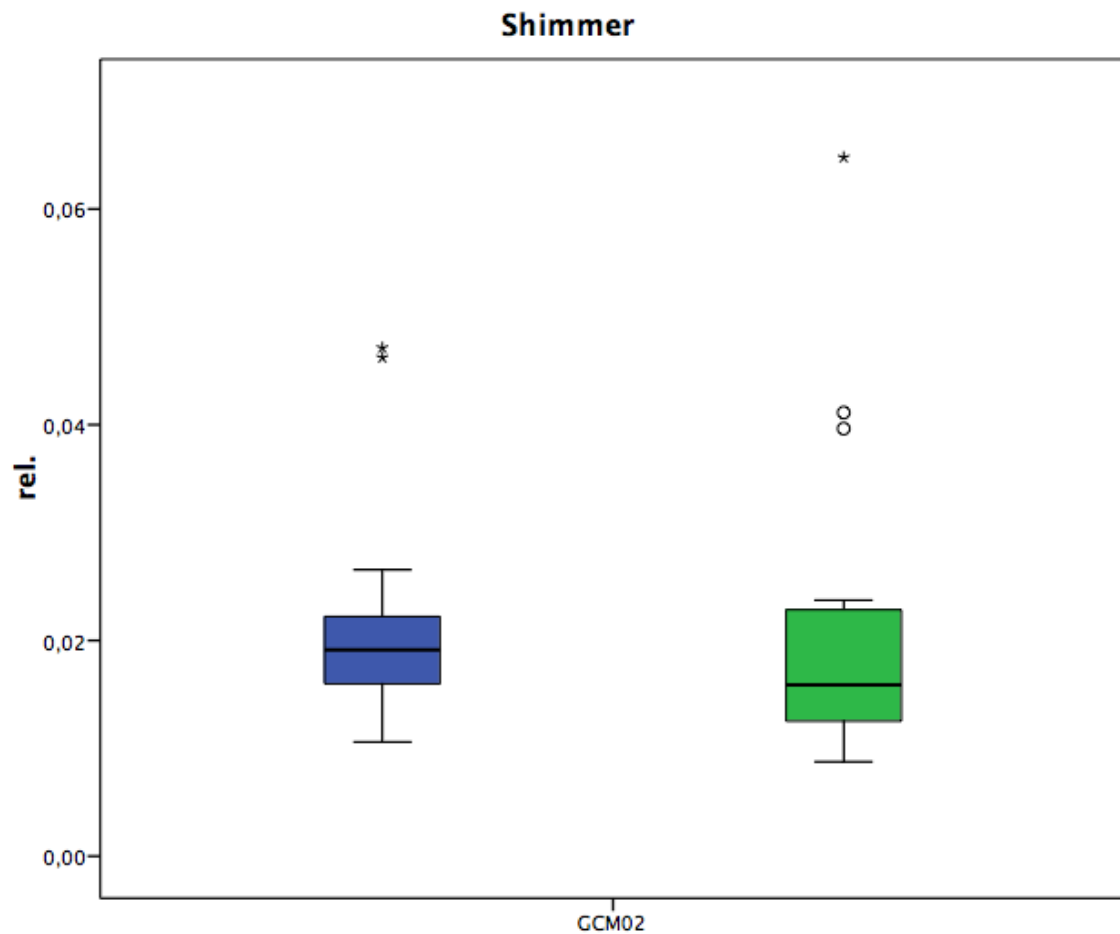


Figura 150. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *shimmer*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el gráfico perteneciente a las muestras previas a la intervención destaca la gran simetría de la distribución de los datos. Las muestras se reparten de manera simétrica alrededor de la mediana lo que confiere una gran homogeneidad a la distribución. Estas muestras también exponen dos datos atípicos acusados por encima del tercer cuartil. En las muestras posteriores a la intervención, el rasgo del *shimmer* experimenta un elevado incremento en la dispersión de los datos —el 74,4 %—, lo que indica una pérdida de homogeneidad respecto a las muestras previas. La distribución de las muestras posteriores también presenta una gran dispersión hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional. La asimetría es manifiesta en este grupo de muestras. Además, se observan tres datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil.

En cuanto a las medianas, la posterior a la intervención disminuye acusadamente —un 21,1 %— y eso indica un incremento del comportamiento fonatorio funcional. Ni la mediana previa ni la posterior a la intervención exceden los límites normativos.

Se puede interpretar que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

A continuación, en la figura 151, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al desbalance de la masa del cuerpo.

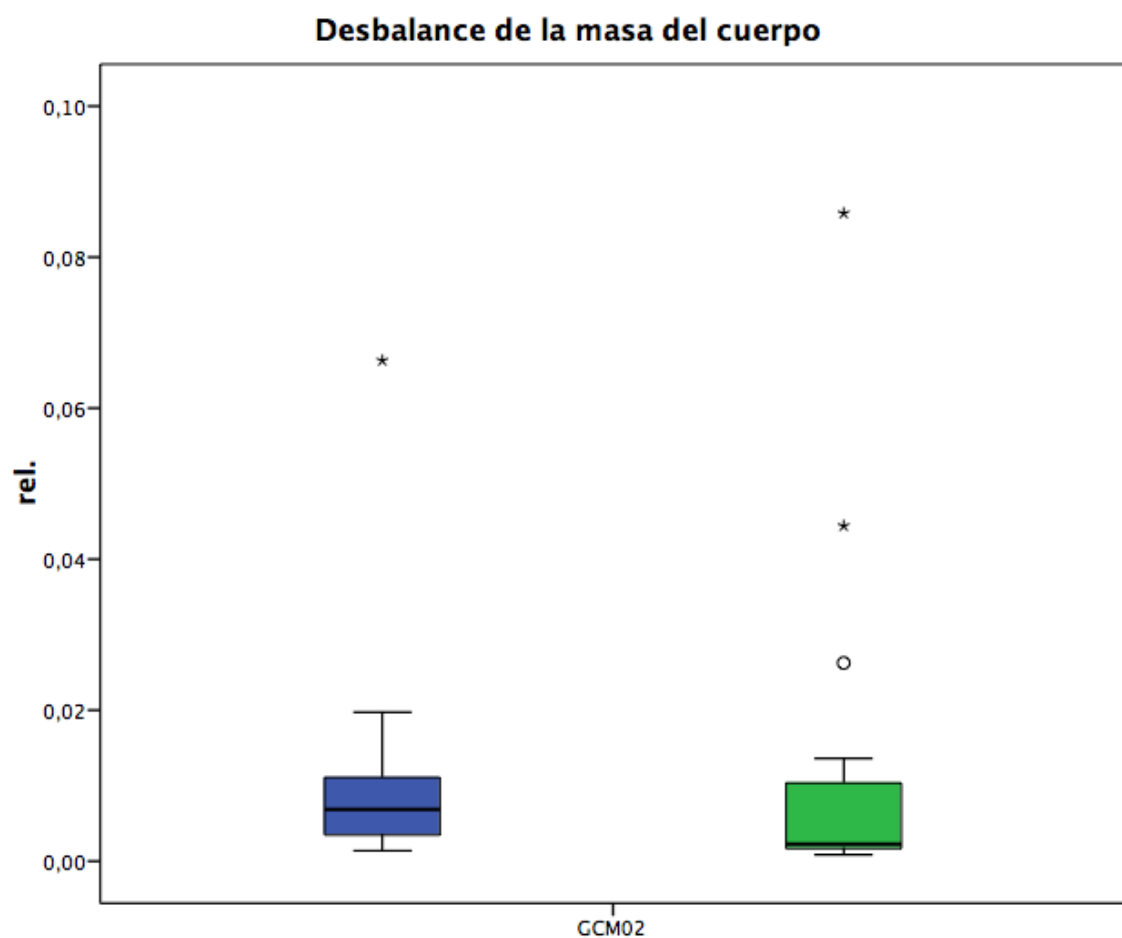


Figura 151. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el desbalance de la masa del cuerpo se observa para el diagrama correspondiente a las muestras anteriores a la intervención una gran simetría, los datos se reparten de manera homogénea por encima y por debajo de la mediana. Se advierte un dato atípico acusado por encima del tercer cuartil. Las muestras

posteriores a la intervención manifiestan una gran dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, la zona donde la fonación exhibe un comportamiento más disfuncional. Como consecuencia, la asimetría que se observa en la distribución antes de la intervención es muy elevada. El rango intercuartílico manifiesta un ascenso pronunciado en las muestras posteriores —el 50 %—, que implica un gran descenso en la homogeneidad de la distribución. Se advierten tres datos atípicos —dos de ellos acusados— por encima del tercer cuartil.

Las muestras posteriores a la intervención describen un descenso acentuado en su mediana —el 66,7 %—. Este descenso ocasiona un aumento en la funcionalidad de fonatoria. No obstante, tanto la mediana de las muestras previas como la posterior a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

Los valores entre las muestras previas y posteriores a la intervención suponen un descenso para la mediana, mientras que para la dispersión de los datos implica un incremento. Esto se puede interpretar como que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

La figura 152 expone los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la tensión del cuerpo.

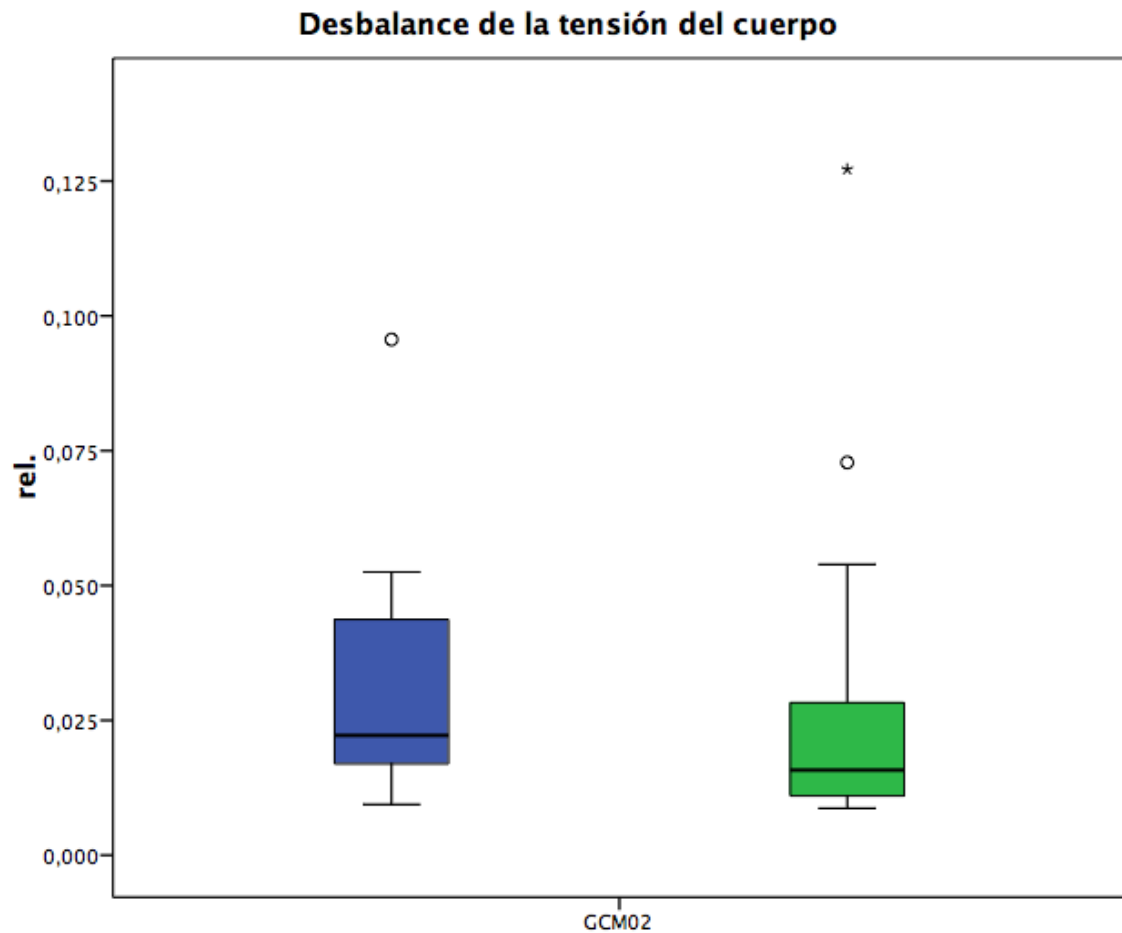


Figura 152. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas a la intervención del desbalance de la tensión del cuerpo presentan una gran dispersión hacia el tercer cuartil, la zona donde la fonación exhibe un comportamiento más disfuncional. La asimetría que manifiesta la distribución antes de la intervención es muy elevada. Se observa un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. Las muestras posteriores a la intervención también revelan una gran dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, aunque la reducción en dicha dispersión respecto a la que se observa en las muestras previas es patente. Asimismo, la asimetría de la distribución se reduce respecto a las muestras previas, pero las posteriores siguen exhibiendo un grado muy alto de asimetría. La dispersión de datos de las muestras posteriores descienden con respecto de las previas —el 21,4 %—. Este

descenso implica un gran incremento en la estabilidad fonatoria y un ascenso en la homogeneidad de la distribución. Se advierte un dato atípico acusado y otro moderado por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención expone un descenso pronunciado —el 31,8 %— respecto a la mediana de las muestras previas. Este descenso ocasiona un aumento en la funcionalidad fonatoria, aunque tanto la mediana de las muestras previas como la posterior a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

La mediana posterior a la intervención disminuye así como también lo hace la dispersión de los datos. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 153 expone los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la masa de la cubierta.

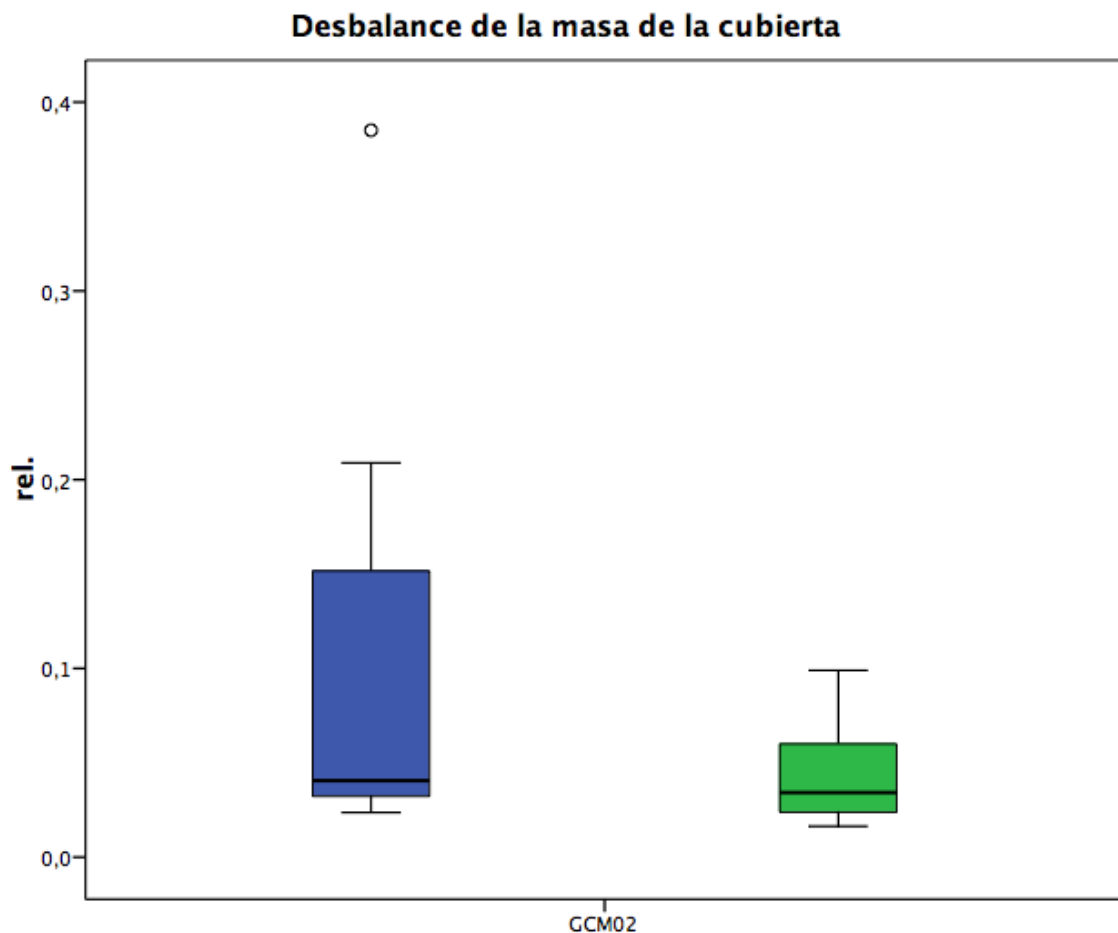


Figura 153. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En el desbalance de la masa de la cubierta, las muestras previas a la intervención exponen una dispersión elevada de los datos hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores expresan un comportamiento mucho más disfuncional. La dispersión de las muestras por encima de la mediana ocasiona un gran índice de asimetría. Las muestras previas revelan un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. En las muestras posteriores a la intervención, la dispersión de datos se reduce considerablemente —un 63,5 %— respecto a las previas. Eso indica una mayor homogeneidad en la distribución de los datos y una importante estabilidad fonatoria. La dispersión del tercer cuartil disminuye sustancialmente en las muestras posteriores y la simetría experimenta una extremada mejora en la distribución de los datos.

La mediana de las muestras posteriores presenta un acusado descenso —el 15 %— respecto a la mediana de las muestras previas. Este descenso indica el aumento en el comportamiento fonatorio funcional. Ninguna de las dos medianas supera los límites normativos.

El rasgo ofrece alineamiento entre los parámetros examinados, puesto que ambos descienden porcentualmente en sus muestras posteriores. Así pues, se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

La figura 154 expone los diagramas de caja correspondientes a las muestras previas y posteriores del desbalance de la tensión de la cubierta.

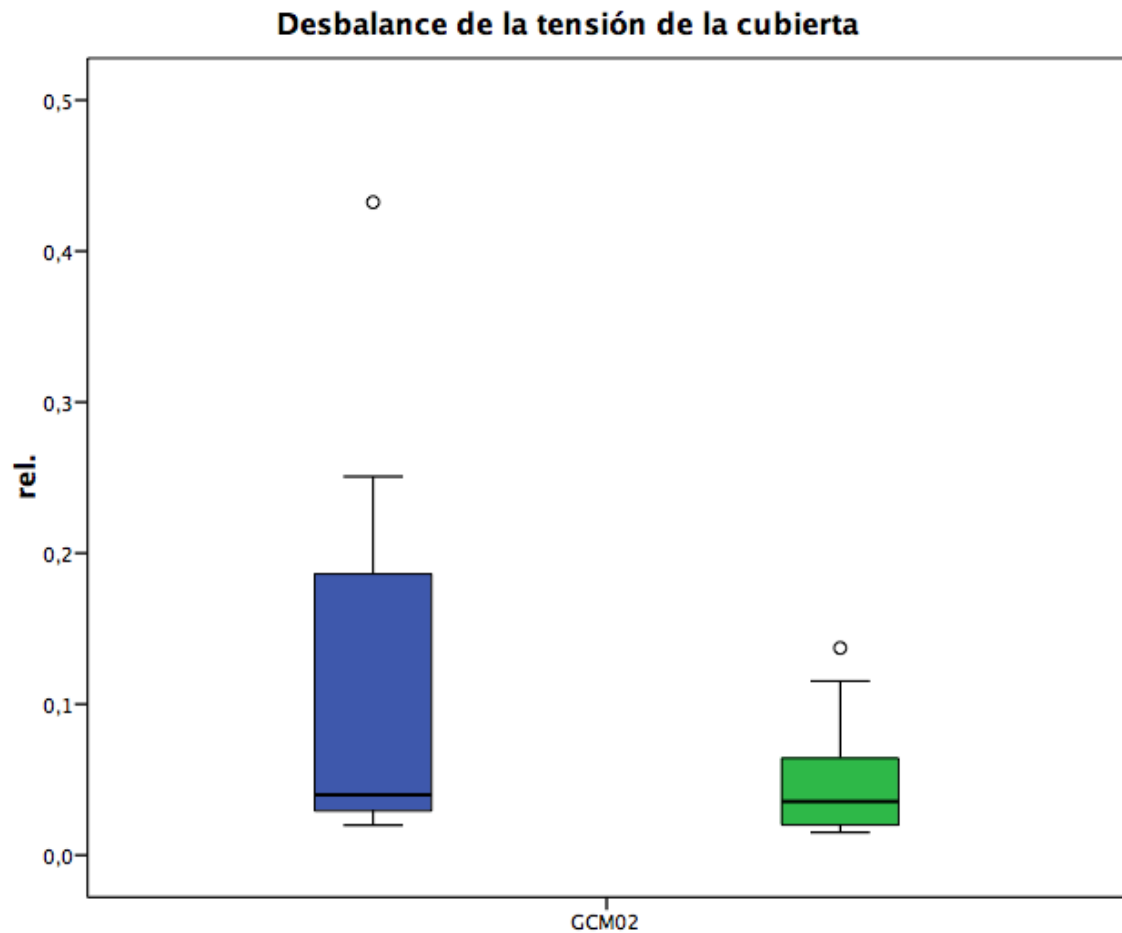


Figura 154. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del desbalance de la tensión de la cubierta. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas a la intervención del desbalance de la masa de la cubierta, manifiestan una gran dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores expresan un comportamiento mucho más disfuncional. La excesiva dispersión de muestras por encima de la mediana implica un grado elevado de asimetría. Las muestras previas exponen un dato atípico moderado por encima del tercer cuartil. Las muestras posteriores, en cambio, constatan una reducción pronunciada en la dispersión de datos —el 71 %— con respecto de las muestras previas, lo que denota una gran homogeneidad en la distribución de los datos. La dispersión del tercer cuartil disminuye marcadamente en las muestras posteriores y la simetría revela un aumento en la distribución de los datos. Las muestras posteriores exhiben un dato atípico



moderado por encima del tercer cuartil.

En la mediana de las muestras posteriores se advierte un moderado descenso —el 10,3 %— respecto a la mediana de las muestras previas. Esto indica el aumento en el comportamiento fonatorio funcional. Tanto la mediana previa como la posterior a la intervención se encuentran dentro de los límites normativos.

Los parámetros examinados presentan alineamiento, puesto que ambos descienden porcentualmente en sus muestras posteriores. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria se reduce, asumiendo alta fiabilidad.

A continuación, en la figura 155, se proporcionan los gráficos de caja correspondientes al temblor fisiológico.

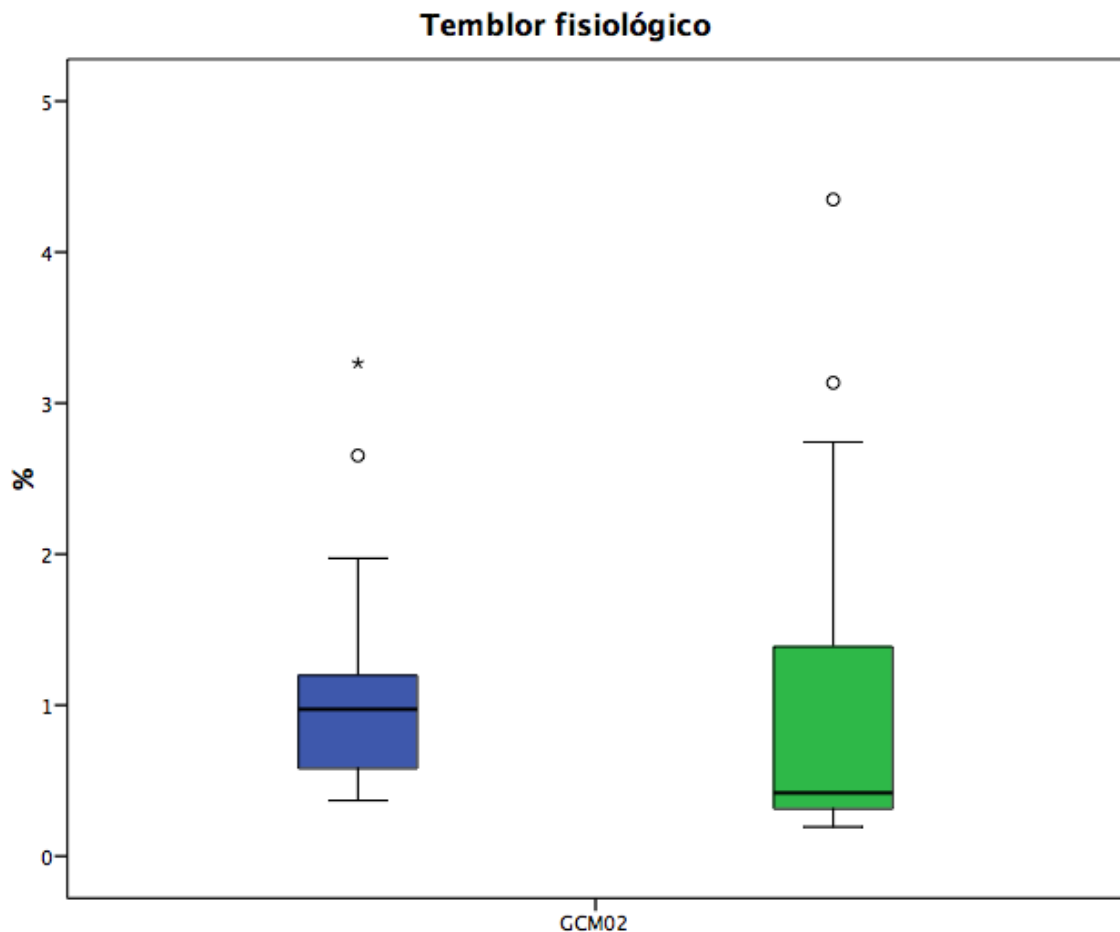


Figura 155. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor fisiológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se puede observar en los gráficos del temblor fisiológico que las muestras previas a la intervención presentan dispersión en el primer cuartil, la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento fonatorio funcional. La asimetría que se observa es elevada y se advierten dos datos atípicos —uno de ellos acusado— por encima del tercer cuartil. En las muestras posteriores se advierte un incremento pronunciado en la dispersión de los datos —un 98,4 %— respecto a las previas. Esto indica una elevada heterogeneidad en la distribución y un considerable aumento en la inestabilidad fonatoria. Asimismo, las muestras posteriores a la intervención presentan una fuerte dispersión en la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. La simetría de la distribución es inexistente y las muestras exponen dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención reduce considerablemente su valor con respecto de la previa —un 56,9 %—. Esto implica un aumento en el comportamiento fonatorio funcional. Las muestras previas y las posteriores se hallan dentro de los límites normativos.

El temblor fisiológico presenta un descenso en el comportamiento fonatorio disfuncional que no se encuentra alineado con el notable incremento de la dispersión de los datos. Se puede interpretar entonces, que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

Los gráficos de caja que reflejan los análisis del temblor neurológico se recogen en la figura 156.

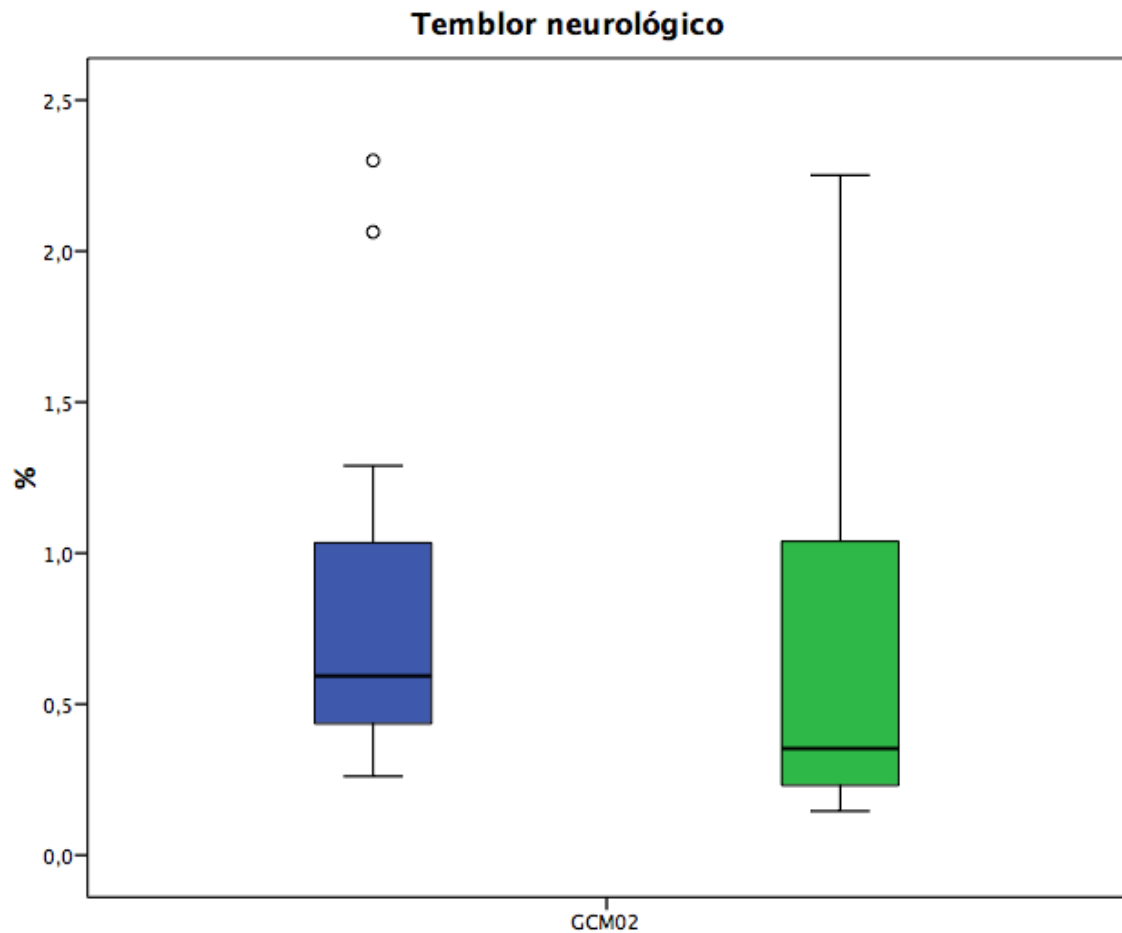


Figura 156. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor neurológico. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Se observa en las muestras previas a la intervención del temblor neurológico una elevada dispersión de datos que se orienta hacia el tercer cuartil, hacia la zona superior por encima de la mediana. Esto revela un índice más elevado de comportamiento disfuncional fonatorio. La asimetría resulta ser muy alta y se advierten dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil. En cuanto a las muestras posteriores a la intervención, experimentan un pronunciado incremento en dispersión de los datos —el 34,5 %— lo que indica una pérdida importante de la homogeneidad de la distribución y de la estabilidad fonatoria. También se observa en las muestras posteriores una considerable dispersión de la distribución hacia el tercer cuartil, donde los valores manifiestan un comportamiento más disfuncional. Por ello, la

asimetría en este rasgo es muy acusada al presentarse los datos muy dispersos por encima de la mediana.

En cuanto a la mediana de las muestras posteriores a la intervención, esta disminuye de forma muy marcada —un 40,5 %— respecto a las previas. Esta disminución revela un comportamiento fonatorio mucho más funcional. Ambas medianas se encuentran dentro de los límites de normalidad.

Las variaciones observadas en los parámetros analizados entre las muestras previas y las posteriores no se encuentran alineadas. El rasgo presenta un descenso en su mediana posterior a la intervención y un incremento de la dispersión de los datos. Se puede interpretar, pues, que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

Con respecto al *flutter*, la figura 157 recoge los diagramas de las muestras previas y posteriores a la intervención.

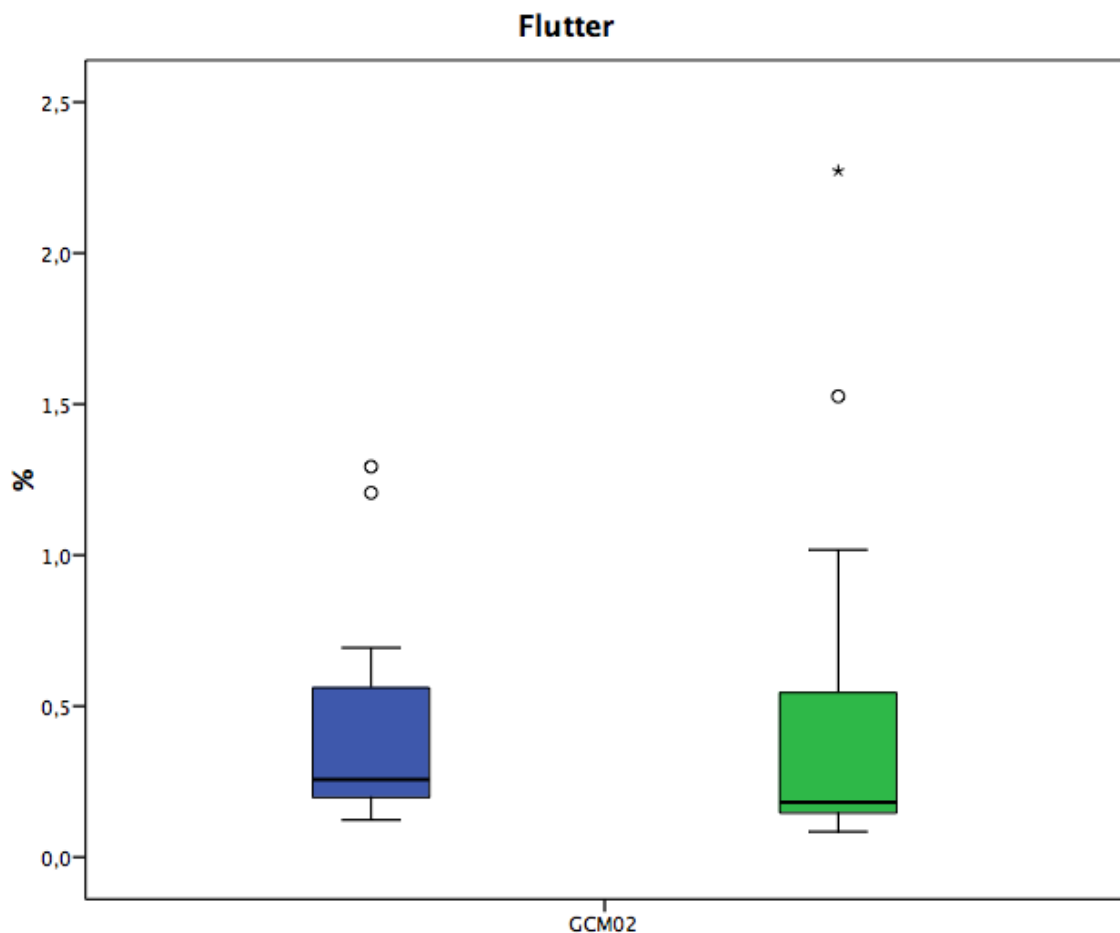


Figura 157. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del *flutter*. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

Las muestras previas y posteriores a la intervención del *flutter* exhiben una acusada dispersión de los datos hacia el tercer cuartil, la zona donde los valores expresan un mayor comportamiento disfuncional. La gran dispersión de datos supone un alto grado de asimetría en ambos grupos de muestras. Las muestras previas a la intervención revelan dos datos atípicos moderados por encima del tercer cuartil. Las muestras posteriores presentan dos datos atípicos —uno de ellos acusado— también por encima del tercer cuartil. Además, las muestras posteriores a la intervención experimentan un leve descenso —el 9 %— con respecto de las previas. Este descenso en los valores se debe al aumento de la homogeneidad.

La mediana de las muestras posteriores a la intervención manifiesta un descenso muy acusado —el 29,6 %— respecto a las muestras previas, lo que evidencia aumento en el comportamiento fonatorio funcional. Tanto la mediana previa como la posterior a la intervención se hallan dentro de los límites normativos.

El *flutter* presenta alineamiento entre los dos parámetros objeto de análisis — la mediana y el rango intercuartílico— ya que los valores porcentuales de ambos descienden tras la intervención. Se puede interpretar que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo una alta fiabilidad.

La figura 158 expone los diagramas de cajas correspondientes a las muestras previas y posteriores del temblor global.

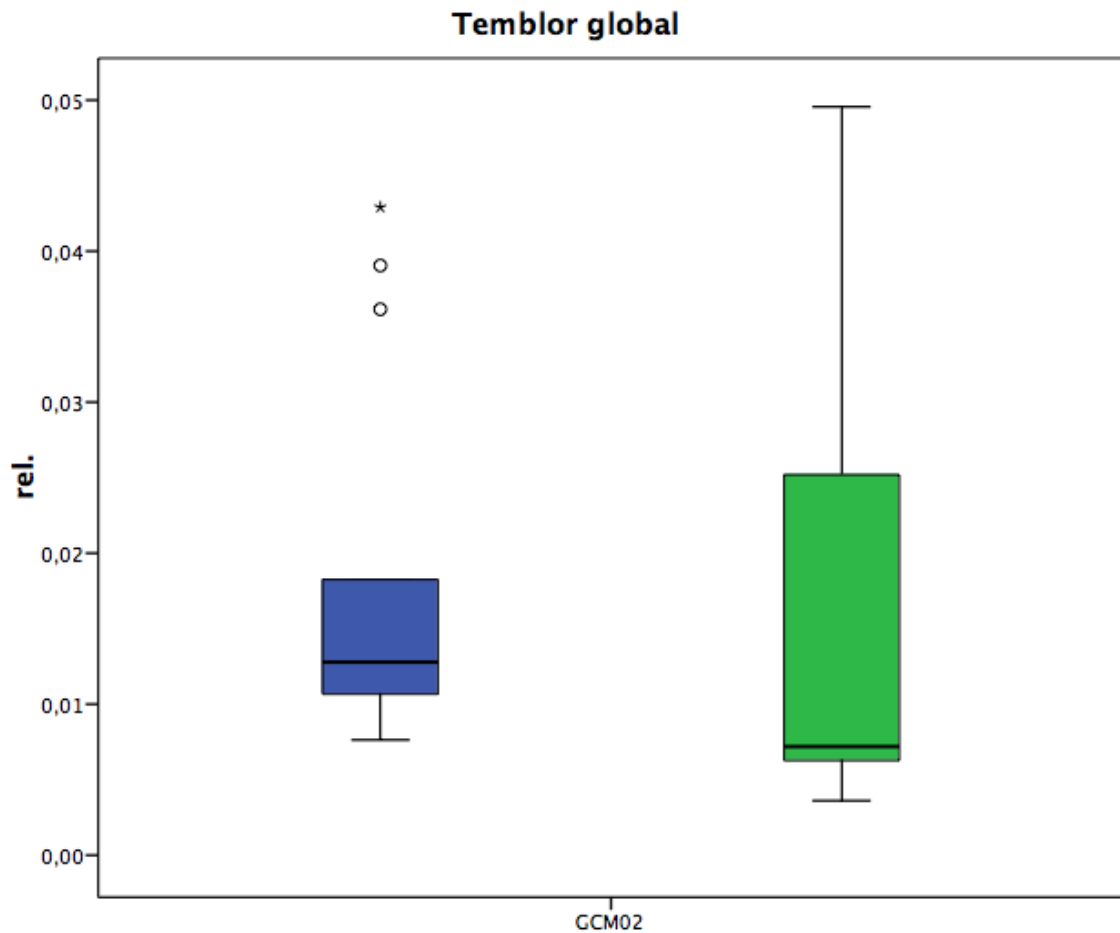


Figura 158. Caso GCM02. Diagramas de caja correspondiente a los datos previos y posteriores a la intervención del temblor global. Para la descripción de los conceptos expresados en la figura y los códigos de colores, véase la figura 16.

En los gráficos del temblor global se puede observar un incremento desmesurado en la dispersión de los datos de las muestras posteriores —un 162,5 %— respecto a las previas. La homogeneidad de dichos datos es extremadamente baja. Tanto las muestras previas como las posteriores a la intervención presentan una dispersión en la distribución hacia el tercer cuartil, es decir, hacia los valores que expresan un mayor comportamiento disfuncional. En las muestras posteriores a intervención, la dispersión es grande y la simetría en torno a la mediana se reduce notablemente. Las muestras previas ofrecen una dispersión también hacia el tercer cuartil, aunque más reducida que en el caso de las posteriores y una mayor simetría en la distribución. Además se observan tres datos atípicos —uno de ellos acusado— por

encima del tercer cuartil.

En cuanto al valor de la mediana, la correspondiente a las muestras posteriores a la intervención disminuye con respecto del valor previo —un 41,7 %—. Esto implica un aumento en el comportamiento fonatorio funcional. Las muestras previas y las posteriores se hallan dentro de los límites normativos.

El descenso de la mediana posterior a la intervención no se encuentra alineado con el incremento de la dispersión de los datos, lo que indica que la disfunción fonatoria disminuye, asumiendo baja fiabilidad.

El test de Wilcoxon para la significación estadística presenta los siguientes resultados que se recogen en la tabla 53.

Tabla 53. Caso GCM02. Se muestran los resultados del test de Wilcoxon que comprueba la significación estadística de la variación existente entre las muestras antes y después de la intervención de cada rasgo. Para la descripción de los conceptos y el significado de los símbolos expresados en la tabla, véase la tabla 17.

Rasgo	<i>z</i>	<i>p</i>
Frecuencia fundamental	-0,909	0,363
<i>Jitter</i>	-1,022	0,307
<i>Shimmer</i>	-1,817	0,069
Desbalance de la masa del cuerpo	-1,533	0,125
Desbalance de la tensión del cuerpo	-1,306	0,191
Desbalance de la masa de la cubierta	-1,817	0,069
Desbalance de la tensión de la cubierta	-1,817	0,069
Temblor fisiológico	-0,682	0,496
Temblor neurológico	-1,136	0,256
<i>Flutter</i>	-0,170	0,865
Temblor global	-0,852	0,394

\**p* < 0,05; \*\**p* < 0,01; \*\*\**p* < 0,001

La decimotercera participante no presenta cambios estadísticamente significativos entre las muestras previas y las posteriores de los rasgos analizados. De todos esos rasgos solo las muestras previas de la frecuencia fundamental se sitúan por debajo del límite normativo inferior. Sin embargo, la intervención incluye la frecuencia fundamental dentro de los límites normativos (véase la tabla 51).

Todos los demás rasgos analizados exhiben descensos en sus medianas posteriores a la intervención. El desbalance de la masa del cuerpo muestra uno de los mayores descensos en su valor posterior —el 66,7 %—sin que este descenso sea estadísticamente significativo. Al igual que ocurre con el temblor fisiológico, el temblor global y el temblor neurológico —cuyos descensos son del 56,9 %, 41,7 % y 40,5 %,

respectivamente—. El resto de los rasgos con diferentes porcentajes de descenso, tampoco presentan significación estadística independientemente de lo acusado de dicho descenso.

Se efectúa un test de Wilcoxon sobre el conjunto de los valores —extraídos por el programa *BioMet®Phon*— de los diez rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética —que son todos los rasgos a excepción de la frecuencia fundamental— de esta participante. El test proporciona como resultado que valor  $z$  es de  $-3,932$  y su valor  $p$  es inferior a  $0,001$ . Una vez efectuada la corrección de Bonferroni ( $p < 0,005$ ) se puede concluir que los cambios producidos por la intervención resultan ser estadísticamente significativos en este grupo de rasgos para este participante.

El test de Wilcoxon efectuado para el conjunto de rangos intercuartílicos facilita un resultado de un valor de  $z$  inferior a  $0,001$  y un valor de  $p$  de  $1,000$  ( $p > 0,05$ ). En este caso, los cambios registrados en la valoración global de las medidas de dispersión no resultan ser estadísticamente significativos.

En el caso de la decimotercera participante se puede concluir que todos los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética presentan índices de reducción que resultan ser estadísticamente significativos en su valoración global. En cambio, en cuanto a los rangos intercuartílicos, los cambios observados no resultan ser estadísticamente significativo.



### 4.3. Resumen de resultados

Todo el análisis efectuado se refleja en una única tabla relativa los resultados obtenidos por la mediana, como se puede observar en la tabla 54. En esta tabla aparecen todos los rasgos y todos los participantes del grupo experimental, si las medianas obtienen o no significación estadística y el sentido —ascenso o descenso— de su comportamiento posterior a la intervención.

Tabla 54. Variación existente entre la mediana previa y posterior a la intervención de cada rasgo y la significación estadística de cada variación del grupo de Parkinson. En la primera columna aparecen los rasgos analizados, en las restantes se hallan los resultados de los diferentes participantes. Las casillas en blanco reflejan los rasgos que no han obtenido significación estadística, independientemente de que las muestras posteriores hayan experimentado un ascenso o un descenso en su mediana respecto a las previas. En las casillas verdes aparecen los rasgos que experimentan un descenso en disfuncionalidad fonatoria estadísticamente significativo tras la intervención. En las casillas rojas se observan los valores de los rasgos cuyas muestras posteriores a la intervención han revelado aumento en la disfuncionalidad fonatoria siendo este estadísticamente significativo.

PARKINSON: Variación entre medianas								
	GPH01	GPH02	GPH03	GPH04	GPM01	GPM02	GPM03	GPM04
Frecuencia fundamental	Verde				Rojo		Rojo	Verde
<i>Jitter</i>	Verde						Verde	
<i>Shimmer</i>								Rojo
Desb. masa cuerpo	Verde		Verde				Verde	
Desb. tensión cuerpo	Verde						Verde	
Desb. masa cubierta	Verde			Verde			Verde	
Desb. tensión cubierta	Verde			Verde			Verde	Rojo
Temblor fisiológico	Verde							
Temblor neurológico	Verde							
<i>Flutter</i>	Verde		Verde					
Temblor global	Verde						Verde	

Se puede observar que los participantes GPH01 (hombre) y GPM03 (mujer) son aquellos que constatan más diferencias estadísticamente significativas mientras que el GPH02 y la GPM02 no exponen ningún rasgo cuya variación sea estadísticamente significativa por efecto de la intervención.

En la tabla 55 se recogen los resultados del comportamiento presentado por los rangos intercuartílicos de los participantes de Parkinson. En este caso aparecen los rasgos cuyos rangos intercuartílicos posteriores a la intervención disminuyen, se incrementan o no varían en absoluto.

Tabla 55: Variación existente entre el rango intercuartílico o dispersión de datos previo y posterior a la intervención del grupo de Parkinson. En la primera columna aparecen los rasgos analizados, en las restantes se hallan los resultados de los diferentes participantes. Las casillas en blanco reflejan los rasgos que no han mostrado diferencia entre el valor previo y el posterior. En las casillas verdes aparecen los rasgos que experimentan un descenso en la dispersión de los datos y en las casillas rojas se exponen los rasgos cuyas muestras posteriores a la intervención han revelado aumento en dicha dispersión.

PARKINSON: Variación entre rangos intercuartílicos								
	GPH01	GPH02	GPH03	GPH04	GPM01	GPM02	GPM03	GPM04
Frecuencia fundamental	Verde	Rojo	Verde	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Rojo
<i>Jitter</i>	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rojo
<i>Shimmer</i>	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Blanco	Verde	Verde	Rojo
Desb. masa cuerpo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rojo
Desb. tensión cuerpo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rojo
Desb. masa cubierta	Verde	Verde	Rojo	Verde	Verde	Rojo	Verde	Rojo
Desb. tensión cubierta	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Verde	Verde	Verde	Rojo
Temblor fisiológico	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rojo
Temblor neurológico	Verde	Verde	Verde	Verde	Rojo	Verde	Verde	Rojo
<i>Flutter</i>	Verde	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Rojo
Temblor global	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rojo

En este caso, la dispersión de los datos de las muestras posteriores a la intervención, experimentan un descenso en la mayoría de los rasgos de casi todos los participantes a excepción de la participante GPM04 cuyos rangos intercuartílicos presentan un ascenso. Solo existe un rasgo en el que no se observa variación entre el valor del rango intercuartílico antes y después de la intervención.

Y en la tabla que sigue a continuación, la tabla 56, aparece la significación estadística que muestran las variaciones de la globalidad de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética para cada uno de los participantes del grupo de Parkinson.

Tabla 56. Significación estadística sobre la globalidad de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética del grupo de Parkinson. Se exceptúa la frecuencia fundamental. Las celdas sombreadas recogen las variaciones que presentan significación estadística.

<b>PARKINSON: Significación global de la variación</b>		
	Mediana	Rango Intercuartílico
<b>GPH01</b>	$p < 0,001$	$p = 0,005$
<b>GPH02</b>	$p = 0,032$	$p = 0,009$
<b>GPH03</b>	$p = 0,036$	$p = 0,114$
<b>GPH04</b>	$p < 0,001$	$p = 0,262$
<b>GPM01</b>	$p = 0,873$	$p = 0,514$
<b>GPM02</b>	$p = 0,023$	$p = 0,013$
<b>GPM03</b>	$p < 0,001$	$p = 0,041$
<b>GPM04</b>	$p = 0,003$	$p = 0,005$

Las variaciones globales que exponen los rasgos conjuntos de los participantes de Parkinson presentan significación estadística en las medianas de cuatro participantes —dos hombres y dos mujeres—, el GPH01, el GPH04, la GPM03 y la GPM04. Asimismo, la variación global de los rangos intercuartílicos de la participante GPM04 también resulta ser estadísticamente significativa.

En la siguiente tabla (véase la tabla 57) aparece la información relativa a los resultados obtenidos por las medianas del grupo de control, es decir, si ascienden o descienden los valores posteriores a la intervención y si la diferencia logra alcanzar la significación estadística.

Tabla 57 Variación existente entre la mediana previa y posterior a la intervención de cada rasgo y la significación estadística de cada variación del grupo de control. Para la descripción de los elementos expresados en la tabla, véase la tabla 54.

<b>CONTROL: Variación entre medianas</b>					
	GCH01	GCH02	GCH03	GCM01	GCM02
<b>Frecuencia fundamental</b>					
<b>Jitter</b>					
<b>Shimmer</b>					
<b>Desb. masa cuerpo</b>					
<b>Desb. tensión cuerpo</b>					
<b>Desb. masa cubierta</b>					
<b>Desb. tensión cubierta</b>					
<b>Temblor fisiológico</b>					
<b>Temblor neurológico</b>					
<b>Flutter</b>					
<b>Temblor global</b>					

Tres de los participantes no muestran significación estadística en las variaciones experimentadas por los rasgos analizados. Se trata del participante GCH01, el GCH03 y la participante GCM02. Los dos restantes participantes cuentan con pocos rasgos cuyas diferencias presentan significación estadística.

En el caso de la dispersión de datos, los resultados en el comportamiento de las muestras se recogen en la tabla 58.

Tabla 58 Variación existente entre el rango intercuartílico o dispersión de datos previo y posterior a la intervención del grupo de control. Para la descripción de los elementos expresados en la tabla, véase la tabla 55.

	CONTROL: Variación entre rangos intercuartílicos				
	GCH01	GCH02	GCH03	GCM01	GCM02
<b>Frecuencia fundamental</b>	Green	Red	Red	Red	Green
<b>Jitter</b>	Red	Red	White	White	Green
<b>Shimmer</b>	Green	Green	Green	Green	Red
<b>Desb. masa cuerpo</b>	Green	White	Green	Green	Red
<b>Desb. tensión cuerpo</b>	Green	Red	Green	Green	Green
<b>Desb. masa cubierta</b>	Green	Green	Green	Green	Green
<b>Desb. tensión cubierta</b>	Green	Green	Red	Green	Green
<b>Temblor fisiológico</b>	Red	Green	Green	Red	Red
<b>Temblor neurológico</b>	Green	Green	Green	Green	Red
<b>Flutter</b>	Green	Green	Green	Green	Green
<b>Temblor global</b>	Red	Green	White	Green	Red

La mayoría de rasgos de todos los participantes del grupo de control exponen un comportamiento de descenso del valor de sus rangos intercuartílicos posteriores a la intervención. Existen tres rasgos en los que no se observa variación entre el valor del rango intercuartílico antes y después de la intervención.

En la siguiente tabla (véase la tabla 59) se proporcionan los análisis sobre la significación estadística global de las variaciones observadas en los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética para el grupo de control.

Tabla 59. Significación estadística sobre la globalidad de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética del grupo de control. Las celdas sombreadas recogen las variaciones que presentan significación estadística.

<b>CONTROL: Significación global de la variación</b>		
	Mediana	Rango Intercuartílico
<b>GCH01</b>	$p = 0,089$	$p = 0,200$
<b>GCH02</b>	$p = 0,031$	$p = 0,033$
<b>GCH03</b>	$p = 0,050$	$p = 0,024$
<b>GCM01</b>	$p < 0,001$	$p = 0,066$
<b>GCM02</b>	$p < 0,001$	$p = 1,000$

La tabla muestra que solo los cambios en las medianas, en el caso de las voces femeninas del grupo de control, presenta significación estadística global.

En la siguiente tabla de resumen de resultados que sigue a continuación, (véase la tabla 60) se presentan los resultados comparativos del comportamiento de las medianas con el de los rangos intercuartílicos del grupo experimental con Parkinson. En dicha tabla se observan las cinco posibles combinaciones entre las medianas y la dispersión de los datos. Los valores de las medianas posteriores a la intervención pueden ascender, descender o mantenerse, al igual que los rangos intercuartílicos pueden comportarse de igual manera a como lo hacen las medianas. Asimismo se conserva la información sobre la significación estadística alcanzada por el comportamiento de la mediana de cada rasgo.

Tabla 60. Comparativa entre rasgos y participantes de Parkinson del comportamiento de medianas y rangos intercuartílicos tras la intervención. En esta tabla se contemplan cinco posibilidades combinatorias de comportamiento de las medianas y la dispersión de los datos:

A: cuando la mediana desciende y la dispersión de los datos también lo hace.

B: cuando la mediana desciende y la dispersión de los datos aumenta.

C: cuando la mediana asciende y la dispersión de los datos también lo hace.

D: cuando la mediana asciende pero la dispersión de los datos se reduce.

E: cuando existe algún parámetro que no varía. En concreto, los casos que aparecen en la presente tesis son los siguientes: E.1 si se mantiene la mediana posterior pero baja el rango intercuartílico; E.2 si se mantiene el valor de la mediana pero sube el rango intercuartílico; E.3 si baja la mediana pero se mantiene la dispersión de los datos; E.4 si sube la mediana pero se mantiene la dispersión de los datos y, finalmente, E.5 si tanto la mediana como la dispersión de los datos mantienen los valores tanto antes como después de la intervención.

En sombreado aparecen los rasgos que tiene significación estadística según los análisis previos.

PARKINSON: Comparativa entre medianas y rangos intercuartílicos								
	GPH01	GPH02	GPH03	GPH04	GPM01	GPM02	GPM03	GPM04
<b>Frec. fundamental</b>	A	B	D	D	C	E.1	C	B
<b>Jitter</b>	A	D	A	A	E.1	A	A	C
<b>Shimmer</b>	A	C	E.1	B	E.5	A	A	C
<b>Desb. masa cuerpo</b>	A	D	A	A	E.1	A	A	C
<b>Desb. tensión cuerpo</b>	A	D	A	A	E.1	A	A	C
<b>Desb. masa cubierta</b>	A	D	C	A	A	B	A	C
<b>Desb. tensión cubierta</b>	A	D	C	B	A	A	A	C
<b>Temblor fisiológico</b>	A	D	A	A	A	A	A	C
<b>Temblor neurológico</b>	A	D	D	D	C	A	A	C
<b>Flutter</b>	A	D	A	B	C	A	B	B
<b>Temblor global</b>	A	D	E.1	A	E.1	A	A	C

En resumen, se puede observar en la tabla anterior la gran cantidad de rasgos en los cuales la mediana y la dispersión de los datos descienden a pesar de que el comportamiento de la mediana no alcance significación estadística. En concreto, se examinan once rasgos procedentes de ocho participantes, en total son 88 análisis efectuados. La opción A, que consiste en que, tras la intervención, tanto la mediana como el rango intercuartílico descienden, cuenta con 43 resultados positivos —el 48,9 %—; la opción B, consistente en el descenso de la mediana y el aumento de la dispersión de los datos, cuenta con ocho casos; la opción C, que ocurre cuando la mediana y la dispersión de datos ascienden, cuenta con 16 casos y la opción D, en el que la mediana asciende y la dispersión de los datos desciende, cuenta con 13 casos. Las variantes englobadas bajo la opción E, en la que algún parámetro no varía, cuentan con ocho casos, en siete de ellos se produce un descenso posterior de la mediana o del rango intercuartílico y en el otro caso no existe variación en ambos parámetros tras la intervención.

En estos 88 análisis efectuados, la mediana posterior a la intervención desciende en 51 rasgos —un 58 %— y asciende en 38 casos —el 43,1 %—. La mejora se alcanza en 53 casos —el 60,2 %— porque el ascenso de la frecuencia fundamental en la voz femenina supone una mejora. Sin embargo, solo las variaciones tras la intervención de 25 rasgos —un 28,4 %— alcanzan significación estadística. La dispersión de los datos se reduce en 63 rasgos —un 71,6 %— y descienden tanto la mediana como la dispersión de los datos en 43 rasgos —el 48,9 %—.

La siguiente tabla (véase la tabla 61) ofrece, asimismo, el resumen de resultados que compara el comportamiento de las medianas con el de los rangos intercuartílicos en el grupo control. También en esta tabla se recogen las cinco posibles combinaciones y la información relativa a la significación estadística de las variaciones de la mediana de cada rasgo.

Tabla 61. Comparativa entre rasgos y participantes del grupo de control del comportamiento de medianas y rangos intercuartílicos tras la intervención. Para la descripción de los conceptos expresados en la tabla, véase la tabla 60.

<b>CONTROL: Comparativa entre medianas y rangos intercuartílicos</b>					
	<b>GCH01</b>	<b>GCH02</b>	<b>GCH03</b>	<b>GCM01</b>	<b>GCM02</b>
<b>Frecuencia fundamental</b>	A	C	E.2	C	D
<b>Jitter</b>	E.2	E.2	E.3	E.4	A
<b>Shimmer</b>	A	E.1	E.1	A	B
<b>Desb. masa cuerpo</b>	E.1	E.5	A	E.1	B
<b>Desb. tensión cuerpo</b>	D	C	A	D	A
<b>Desb. masa cubierta</b>	A	A	E.1	A	A
<b>Desb. tensión cubierta</b>	A	A	B	A	A
<b>Temblor fisiológico</b>	C	D	A	C	B
<b>Temblor neurológico</b>	A	A	A	A	B
<b>Flutter</b>	A	A	D	A	A
<b>Temblor global</b>	B	E.1	E.3	A	B

Los participantes del grupo de control ofrecen un total de 55 resultados, de los cuales, la opción A cuenta con 25 casos positivos; la opción B ofrece 7 casos; la opción C, cinco casos; la opción D cuenta con cinco casos y las variantes englobadas bajo la opción E cuentan con 13 casos, en ocho de ellos se produce un descenso posterior de la mediana o del rango intercuartílico.

En estos 55 análisis efectuados, la mediana posterior a la intervención desciende en 34 rasgos —un 61,9 %— y asciende en 16 casos —el 29,2 %—. La mejora se alcanza en 36 casos —el 65,5 %— y en uno existe empeoramiento. Pero solo las variaciones tras la intervención de 6 rasgos —un 11 %— alcanzan significación estadística. En cuanto a la dispersión de los datos se reduce en 36 rasgos —el 65,5 %— y descienden tanto la mediana como la dispersión de los datos en 25 rasgos —un 45,6 %—.

En el capítulo que sigue a continuación se analizan todos estos datos en su conjunto y se ofrecen posibilidades diferentes que intenten explicar lo observado en los resultados.



## 5. Discusión

A continuación, es necesario retomar la pregunta que inspira la investigación de esta tesis: ¿las intervenciones de técnica de canto de tipo individual y con grado de exigencia de experto diseñadas específicamente para la enfermedad Parkinson, pueden ocasionar cambios en los patrones fonatorios de un grupo experimental con Parkinson y en un grupo control del mismo rango etario pero sin Parkinson y, además, esos cambios, pueden constatarse exclusivamente mediante herramientas propias de la fonética clínica?

Cabe recordar que la intervención, en este caso, se ha basado en un protocolo diseñado específicamente para la población con enfermedad de Parkinson y las técnicas de canto utilizadas son de canto occidental tanto clásico como moderno. Además, los ejercicios que componen el protocolo se seleccionaron mediante análisis a partir de los preceptos de la fonética clínica en un experimento piloto previo (Gómez-Vilda *et al.*, 2017a). En este estudio piloto se observaron los ejercicios que parecen tener una mayor incidencia en la voz del participante y que avalan la viabilidad de este proyecto.

Para el análisis fonético-clínico que se ha realizado se eligieron aquellos rasgos que mejor caracterizan la disartria hipocinética, propia de las personas con Parkinson, y que la distinguen de otros problemas fonatorios. Se trata del *jitter*, el *shimmer*, el desbalance de la masa del cuerpo, el desbalance de la tensión del cuerpo, el desbalance de la masa de la cubierta, el desbalance de la tensión de la cubierta, el temblor fisiológico, el temblor neurológico, el *flutter* y el temblor global (Gómez-Vilda *et al.*, 2009; Gómez-Vilda *et al.*, 2015b; Gómez-Vilda *et al.*, 2017b; Gómez Rodellar *et al.*, 2018; Gálvez-García *et al.*, 2019). Estos rasgos poseen un elevado contenido semántico por sí mismos, indicativo de aspectos fisiológicos, articulatorios y neurológicos que subyacen en el problema de la disartria hipocinética.

No obstante, la frecuencia fundamental también se ha incluido entre los rasgos objeto de análisis. Se trata de un rasgo que presenta dimorfismo sexual y que se encuentra alterado por los cambios fonatorios derivados del envejecimiento (cf. § 2.3.1), aunque, en sentido estricto, no indica claramente la disfuncionalidad fonatoria. Sin embargo, este rasgo puede verse alterado por la rigidez muscular propia de la

enfermedad de Parkinson, que genera en los pliegues vocales un aumento de la resistencia al paso del aire (Zurita, 2005: 15-18; Martínez-Sánchez, 2010; Núñez, 2013b: 66; Sanabria *et al.*, 2013: 285-288; Chiaramonte y Bonfiglio, 2020). Además, la frecuencia fundamental puede condicionar el comportamiento de otros rasgos como ocurre con el caso del *jitter*. Por eso, necesita de una valoración en conjunto con el resto de los rasgos escogidos (Cobeta, Peinado y García-López, 2008: 2559-2560). Por esta razón, se decidió la inclusión de este parámetro en el análisis.

La disartria hipocinética que se asocia a la enfermedad de Parkinson es un problema de tipo neurológico, mientras que la presbifonía surge como efecto del proceso natural de envejecimiento y es una dificultad de tipo orgánico. Esta distinción es crucial porque un protocolo que intente incidir en el aspecto neuronal es diferente a otro orientado hacia aspectos orgánicos.

En primer lugar, de los resultados obtenidos se deriva, precisamente, la discriminación entre participantes con o sin enfermedad de Parkinson. El grupo de participantes Parkinson presenta una mayor cantidad de rasgos con sus valores por encima de la normatividad antes, pero también después de la intervención en comparación con el grupo de control (cf. § 4). De esta forma se puede deducir que los rasgos analizados, efectivamente, parecen diferenciar con bastante precisión la disartria hipocinética de la presbifonía antes de la intervención.

Asimismo, según se ha expuesto en el capítulo anterior (véanse las tablas 60 y 61, cf. § 4.3), la cantidad de rasgos cuya variación posterior a la intervención alcanza la significación estadística es mucho mayor en el grupo con Parkinson que en el grupo de control. En concreto, casi el 30 % de los rasgos analizados en los participantes con Parkinson revela un cambio significativo; la mayoría de esos cambios supone una mejora y solo tres rasgos de la participante GPM04 empeoran. En cambio, solo el 11 % de los participantes con presbifonía muestra cambios estadísticamente significativos tras la intervención y solo en un rasgo del participante GCH02 se observa un empeoramiento.

Estos resultados corroboran la precisión del protocolo elegido para la intervención. Este protocolo actúa sobre los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética y los ejercicios de técnica vocal seleccionados pueden mejorar, en un mayor porcentaje, las voces de los participantes con Parkinson. Es cierto que, aunque sea en un menor porcentaje, los participantes con presbifonía también mejoran vocalmente, pero se podría atribuir este hecho a que la enfermedad de Parkinson se encuentra indisolublemente asociada a la senectud. Así pues, no es posible delimitar con exactitud los umbrales de mejora en cada rasgo, sobre todo, teniendo en cuenta que la herramienta con la que se efectúan las valoraciones de fonética clínica se sustenta sobre una base de datos normotípica y no geriátrica. Asimismo, los rangos normativos de la mayoría de los rasgos aquí analizados son desconocidos para la población geriátrica para la que solo se conocen la frecuencia fundamental, el *jitter* y el *shimmer*.

También es destacable la diferencia de resultados dependiendo de aspectos como el sexo de los participantes, la existencia de pluripatología, la edad, el número de sesiones a las que acuden o el tiempo que lleven diagnosticados con la enfermedad de Parkinson. Todo ello se comenta a continuación.

Dentro del grupo de Parkinson y antes de la intervención, los hombres presentan voces menos valores normativos que las mujeres. Y dentro del grupo de control ocurre lo mismo, también antes de la intervención las voces femeninas exponen valores más normativos que las masculinas. Es decir, las voces femeninas cuentan con valores menos alterados previos a la intervención en ambos grupos. Estos resultados parecen indicar que las alteraciones vocales previas tienen un mayor impacto en la población masculina del presente estudio —siempre teniendo en cuenta que la valoración se realiza con una herramienta que evalúa comparando con una base de datos normotípica y no presbifónica como se ha mencionado anteriormente—.

En el grupo masculino de Parkinson, en el participante GPH01 se observan valores previos de casi todos sus rasgos fuera de la normatividad. La causa puede ser una combinación de la enfermedad con la edad, puesto que es el participante más mayor de todos los hombres del grupo experimental —con 81 años—. Sin embargo, tras la intervención, la voz refleja una mejora estadísticamente significativa y los rasgos

se vuelven normativos según la base de datos de referencia utilizada por la herramienta de análisis. El resultado tras las sesiones a las que acude es muy positivo porque, como las mejoras son muy acusadas y persisten a lo largo del tiempo, se podría incluso conjeturar que la intervención ha generado cambios morfológicos desde un punto de vista neurológico que avalan la estabilidad neuromotora de la fonación (Altenmüller y Furuya, 2018). Pudiera ser que esta excelente respuesta se deba a que este participante solo tiene el diagnóstico de Parkinson, carece de pluripatología.

El participante GPH04 exhibe unos valores previos normativos en su mayoría, excepto en los rasgos de los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y de la cubierta. Quizás el dispositivo neuroestimulador implantado en este participante afecte de forma muy favorable a los rasgos fonatorios que caracterizan la disartria hipocinética, a excepción de los desbalances referidos. Sin embargo, estos cuatro rasgos mejoran tanto tras la intervención que llegan a ser normativos aunque solo resultan estadísticamente significativos los relacionados con la cubierta. Lo cual avalaría la aplicación del protocolo de canto independientemente del dispositivo neuroestimulador que lleva.

En cuanto al resto de participantes masculinos del grupo experimental, el GPH02 muestra un alto número de rasgos alterados antes de la intervención. A excepción de los temblores, todos los valores se encuentran por encima de la normatividad. Tras la intervención, este participante exhibe una clara tendencia al empeoramiento aunque estos resultados no obtienen significación estadística. Los problemas vocales se asocian, en principio, a la enfermedad de Parkinson, pero, ante el proceso paulatino de empeoramiento de la calidad vocal acude a un especialista que le diagnostica un defecto congénito de los pliegues vocales previo al diagnóstico de Parkinson y le recomienda una cirugía. Un defecto de cierre de los pliegues causa un escape de aire que provoca que los pliegues vocales vibren irregularmente y causen una disfonía (Cobeta y Núñez, 2013: 194). No obstante, aunque existe esa tendencia al empeoramiento, por un lado, no alcanza el grado suficiente como para que esos cambios detectados resulten ser significativos. Por otro lado, el defecto de cierre detectado puede ser un efecto concomitante de empeoramiento de la disartria. Quizás

gracias al entrenamiento de canto se hubiera conseguido ralentizar esa evolución negativa de la voz del participante.

El participante GPH03 manifiesta asimismo valores no normativos tanto antes como después de la intervención. Tras las sesiones de canto, el desbalance de la masa del cuerpo y el *flutter* presentan una mejora estadísticamente significativa. Los rasgos del desbalance de la masa y la tensión de la cubierta expresan un ascenso en las medianas posteriores aunque sin significación estadística y un incremento destacadamente elevado en la dispersión de los datos de dichos rasgos. Teniendo en cuenta esta información, no se puede descartar que se esté produciendo la activación de un rasgo muy relacionado con el comportamiento de la cubierta, la onda mucosa. La mucosa es la parte más externa de los pliegues vocales y cuando se produce la fonación, se mueve en forma ondulante de abajo hacia arriba y recibe unos índices altos de impacto y tracción debido a las vibraciones derivadas del acto fonatorio (Núñez, 2013). Por ello, la onda mucosa es muy sensible al funcionamiento de la cubierta de los pliegues vocales. Se observa pluripatología en él, en concreto presenta trastornos que tienen mucho que ver con la producción vocal como son la disnea o el hipotiroidismo. En concreto, la disnea dificulta el uso adecuado del sistema respiratorio con fines fonatorios, como problema del sistema respiratorio que es. La coordinación fonorrespiratoria se hace muy trabajosa, ya que necesita el control y la administración del aire al hablar (Coll, 2012a: 142-143). En cuanto al hipotiroidismo, es un trastorno endocrino que cursa con problemas como fatiga vocal, voz apagada, disfonía y pérdida de la capacidad de llegar a una frecuencia fundamental alta (Núñez y Mate, 2013: 113). Estas otras patologías podrían estar explicando estos resultados en este participante.

El grupo femenino expresa, en general, una mejor calidad vocal de partida con menos cantidad de rasgos alterados que el grupo masculino. Las variaciones que se observan tras la intervención en las mujeres suponen, en general, una mejoría aunque no sean estadísticamente significativas. Como excepciones se encuentran, en primer lugar, la participante GPM02, con una gran cantidad de rasgos alterados antes de la intervención que persisten después de ella. Aunque tiende a la mejora de todos los rasgos y también de la dispersión de datos, dichas mejoras no resultan los

suficientemente elevadas como para generar significación estadística. Esta participante muestra el mayor deterioro ocasionado por la enfermedad de entre todas las mujeres del grupo experimental y, a lo largo de la intervención, el grado de afectación de la enfermedad empeora sensiblemente hasta el punto de perder el equilibrio y la verticalidad, se cae frecuentemente, sufre de alteración del ritmo del paso y los temblores aumentan notablemente.

En segundo lugar, la participante GPM03 solo muestra alterado el temblor neurológico antes de la intervención. Gracias a la intervención, mejora y alcanza la normatividad. La mayoría de rasgos en los que se observa una mejora estadísticamente significativa, se encontraban dentro de la normatividad antes de la intervención. En cuanto a la dispersión de los datos, cuenta con dos rasgos —los desbalances de la masa y la tensión de la cubierta— con un altísimo aumento en dicho parámetro, quizás también atribuible a la activación de la onda mucosa.

Y, en tercer lugar, la participante GPM04 refleja un empeoramiento estadísticamente significativo en ciertos rasgos, aunque los valores previos y posteriores no se encuentran alterados en absoluto. Esta participante, además de Parkinson, tiene síndrome de Sjögren. La enfermedad de Sjögren es una pluripatología importante puesto que se caracteriza por la sequedad de las mucosas y puede alterar la fonación por la sequedad de la mucosa del tracto vocal y de los pliegues vocales (Núñez y Mate, 2013: 113). Esta sequedad origina un deterioro de la calidad de la voz que se descubre en las evaluaciones acústicas y perceptivas en personas con esta enfermedad (Grinstein-Koren, 2021).

Los valores previos de los rasgos analizados en el grupo de control se encuentran mucho menos alterados que en el grupo experimental. Se puede afirmar que existe, en general, en este grupo, una buena calidad vocal previa a la intervención, si bien el grupo de mujeres parte de voces con menos alteraciones previas que el grupo de hombres. Como excepción, el participante GCH01 cuenta con la mitad de los rasgos fuera de la normatividad antes y después de la intervención, quizás por ser el de mayor edad de todo el grupo —con 82 años—. Y el participante GCH03 exhibe unos valores elevados de *shimmer* y temblor neurológico. Este participante ha sufrido un ictus 6 meses antes del estudio con afasia de Broca aunque, un mes antes, el informe

médico detalla que todo se encuentra rehabilitado correctamente. Sin embargo, al quedar afectada el área de Broca, es posible que también se experimenten dificultades en las áreas premotoras porque son vecinas y, aunque medie rehabilitación, se podrían observar efectos degenerativos causados por el accidente cerebrovascular referido. No se puede descartar, que estos valores de los rasgos puedan encontrarse alterados por la persistencia de algunos efectos que persisten durante el tiempo del experimento.

En general, tras la intervención, se observan mejorías con significación estadística en algunos rasgos de los participantes GCH02 y GCM01, aunque se trate de rasgos con valores que eran normativos previamente. Los participantes GCH01 y GCH03 muestran la mejoría —aunque sin significación estadística— del temblor neurológico tras la intervención, pero solo el participante GCH03 alcanza la normatividad. Esto podría indicar que cuando existe un problema neuronal de otra índole, incluso en los participantes con presbifonía sin Parkinson, esta intervención resulta altamente efectiva.

En los anteriores párrafos se examinan los rasgos cuya variaciones tras la intervención han obtenido significación estadística o bien han alcanzado la normatividad cuando no presentaban valores normativos previamente a la intervención. Sin embargo, la mayoría de los rasgos analizados tanto para el grupo con Parkinson como el de control revelan una tendencia hacia la mejoría —sin significación estadística— tras la intervención, independientemente de si se encontraban previamente alterados o no. Existen rasgos que, previamente a la intervención, están alterados pero que mejoran tras la intervención aunque no llegan a alcanzar la normatividad; o también rasgos que ya eran normativos pero que mejoran a posteriori o, incluso, rasgos que no muestran variación entre los valores previos y los posteriores a la intervención y cuyo rango intercuartílico posterior desciende o se mantiene tras la intervención.

Las únicas excepciones a esta tendencia de mejora son los participantes GPH02 y GPM04 que acuden a un número bajo de sesiones y presentan patologías concomitantes. Asimismo, también la mayoría de los rasgos analizados exhiben una reducción de la dispersión de los datos en los participantes con Parkinson y con

presbifonía, exceptuando a las participantes GPM04 y GCM02, ambas con pluripatología y con bajo número de horas de asistencia a las sesiones. La participante GPM04 es la que asiste a un menor número de horas y refleja un incremento de la dispersión de los datos tras la intervención en todos los rasgos analizados mientras que en la participante GCM02 se constata el incremento solo en la mitad de los rasgos. Las razones que explicarían este comportamiento divergente entre ambas sería que las dos participantes acuden a un número no muy elevado de sesiones y la existencia de pluripatología.

Los rasgos cuyas variaciones tras la intervención no obtienen significación estadística también merecen consideración, porque en estudios longitudinales en los que el factor del tiempo es importante, bien porque tratan sobre grupos geriátricos cuyo estado de salud empeora con el paso del tiempo, sobre deterioros fonatorios relacionados con neurodegeneración o sobre desórdenes que empeoran a medida que transcurre el tiempo, cualquier cambio puede resultar beneficioso si se sabe interpretar correctamente. Esas pequeñas mejoras, que no obtienen significación estadística y que no serían consideradas de manera individual, adquieren importancia cuando se efectúa un análisis global de todos los rasgos más característicos de la disartria hipocinética. En estos casos se puede observar hallazgos como que algunos participantes —tanto del grupo experimental como del control— cuyos cambios tras la intervención no obtienen significación estadística, al analizar los rasgos que caracterizan con más precisión la disartria hipocinética de forma conjunta, sí se observa que la variación global alcanza la significación estadística como se puede examinar a continuación<sup>62</sup>.

En este sentido, la valoración global de todos los rasgos que caracterizan de manera más precisa la disartria hipocinética —todos los aquí analizados menos la frecuencia fundamental— del grupo de Parkinson, dos hombres —el participante GPH01 y el GPH04— obtienen una mejora significativa en la globalidad de los rasgos

---

<sup>62</sup> La evaluación de los que sucede con las tendencias de comportamiento sin significación estadística y la importancia que dichas tendencias pueden tener al valorar un grupo de rasgos en conjunto es una contribución relevante a la metodología sobre los estudios por casos. No obstante, se puede esperar que la tendencia quizás se transforme en variaciones estadísticamente significativas si el tamaño muestral fuera mayor. De esa forma, se podrían extraer resultados significativos más amplios y extrapolables.



caracterizadores de la disartria hipocinética, precisamente, los únicos sin pluripatología. En el caso del participante GPH01 la mejora global es clara porque todos los rasgos descienden y todos, menos uno, de manera significativa. Pero el participante GPH04 solo exhibe mejoras significativas en los desbalances de la masa y la tensión de la cubierta tras la intervención, parámetros caracterizadores de la disartria hipocinética. No obstante, en el resto de los rasgos se constata una tendencia al descenso acompañada de la mejora en la dispersión de los datos. Así pues, la valoración de este participante es también de una gran mejoría global.

Las participantes GPM03 y GPM04, en cambio, muestran resultados muy diferentes. En el caso de la primera, las mejoras observadas en los rasgos individuales tienen como resultado una valoración global muy positiva que indica la mejoría de esta participante. Sin embargo, en el caso de la segunda, la participante con Sjögren, la valoración global indica un empeoramiento general. Es cierto que los valores previos y posteriores a la intervención son normativos, pero el resultado es de empeoramiento, es decir, se pierde funcionalidad fonatoria. Puede ser que debido a la pluripatología o a la cantidad de sesiones a las que acude, que es el menor de todos los del grupo experimental. En cuanto al comportamiento de la dispersión de los datos en estas dos participantes, la GPM03 refleja una reducción en casi todos los rasgos mientras que en la GPM04 se advierte un incremento en todos los rasgos.

Por último, las dos participantes femeninas del grupo de control, tanto la participante GCM01 como la GCM02, presentan mejoras en los rasgos analizados individualmente. Así pues, logran alcanzar la mejora global en el conjunto de los rasgos caracterizadores de la disartria hipocinética. Aunque los rasgos no se encuentren alterados, la práctica del canto ocasiona efectos muy positivos en estas participantes.

Si se tiene en cuenta el factor de la existencia o no de Parkinson, se observa más cantidad de variaciones conjuntas que obtienen significación estadística en el grupo de Parkinson que en el de control —cuatro participantes del grupo de Parkinson y dos del grupo de control—. Dentro del grupo de Parkinson, tres de los participantes —los dos hombres y una de las mujeres— no presentan pluripatología y se observan mejoras. La cuarta participante con síndrome de Sjögren muestra una evolución hacia el empeoramiento. Sin embargo, los valores de los rasgos son normativos en ella tanto

antes como después de la intervención. En el grupo con presbifonía, son ambas mujeres las que reflejan mejorías en los rasgos analizados conjuntamente tras la intervención, a pesar de que sus valores previos ya eran normativos. Asimismo, las mujeres son las únicas que presentan pluripatología en todo el grupo control.

Si se considera la distinción entre sexos para clasificar estos resultados, los hombres parten de unos valores previos alterados que se normativizan tras la intervención mientras que todas las mujeres resultan tener los valores previos normativos que mejoran en su globalidad aunque no obtengan significación estadística individual. En este sentido, la intervención con técnica de canto ha resultado ser más efectiva para los hombres con Parkinson.

Finalmente, el comportamiento en la dispersión de los datos parece guardar relación con el sexo en primer lugar, puesto que los mejores resultados en cuanto a la dispersión de los datos, los obtienen los hombres tanto del grupo experimental como del grupo de control. También parece guardar relación con las horas de asistencia a las sesiones. A mayor cantidad de horas de asistencia, mejores resultados en la dispersión de los datos. De hecho, las participantes GPM04 y GCM02 experimentan un incremento de la dispersión de los datos tras la intervención en todos y en la mitad de los rasgos analizados, respectivamente. En ambos casos acuden a un número no muy elevado de sesiones. Por último, también la dispersión de los datos se relaciona con la pluripatología, a mayor cantidad de enfermedades concurrentes, peores resultados en la dispersión de los datos.

En general, los estudios sobre voz de Parkinson y voz presbifónica abordan cuestiones perceptuales o psicológicas. Sin embargo, como la presente tesis analiza aspectos acústicos y biomecánicos de los pliegues vocales, solo se consideran en esta discusión aquellos trabajos y partes de trabajo que atiendan a aspectos similares, es decir, basados en medidas objetivas como los análisis acústicos y biomecánicos. Lamentablemente la bibliografía previa es escasa en este sentido, por eso solo se han encontrado en los estudios revisados tres rasgos analizados que coinciden con los aquí analizados. Se trata de la frecuencia fundamental, del *jitter* y del *shimmer* (Tanner, 2012; Tanner *et al.*, 2015; Azekawa, 2011; Azekawa y Lagasse, 2017; Zhu *et al.*, 2018; Moon *et al.*, 2020; Philippe, 2020). El resto de los rasgos analizados en esta tesis son

pioneros en el estudio de la disartria hipocinética, ya que no son considerados por la bibliografía previa. En este sentido, ampliar el estudio de parámetros acústicos a más rasgos de los que normalmente se examinan es un avance importante de la presente investigación.

A efectos prácticos los rasgos se discuten organizados en tres grupos. Primeramente, los rasgos que coinciden con los analizados en otros estudios previos, es decir, la frecuencia fundamental, y los rasgos de perturbación —el *jitter* y el *shimmer*—; en segundo lugar todo el conjunto de rasgos biomecánicos relativos a los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y la cubierta y, en tercer lugar, el grupo de rasgos relacionados con el temblor.

La frecuencia fundamental es un rasgo vinculado al dimorfismo sexual y a la edad. La masculina es más baja que la femenina (Núñez, 2013: 61); mientras que con la edad, la voz masculina presbifónica se eleva (Sataloff *et al.*, 1997; Méndez *et al.*, 2010; Mezzedimi *et al.*, 2016; Lortie *et al.*, 2016; Rapoport *et al.*, 2018; Spazzapan *et al.*, 2019; Rojas *et al.*, 2020) y la femenina desciende (Méndez *et al.*, 2010; Rapoport *et al.*, 2018; Mezzedimi *et al.*, 2016; Spazzapan *et al.*, 2019). Así pues, con el paso del tiempo, la diferencia entre ambos sexos se recorta dejando de ser un rasgo tan dimórfico. Los valores normativos presbifónicos oscilan entre 139 Hz a 159 Hz para los hombres y entre 139 a 177 para las mujeres según registran los estudios de Méndez y sus colaboradores (2010) y de Mezzedimi y sus colaboradores (2016). En la presente tesis se ha utilizado como referencia de normatividad los valores para una población normotípica de hombres y mujeres según la estimación realizada por el programa informático *BioMet®Phon*. Este aspecto debe ser subrayado, porque en esta discusión los datos de normatividad dependen de la estimación de la herramienta informática utilizada que emplea una base de datos de referencia, compuesta por una población normotípica de hombres y mujeres y con valores no patológicos. La base de datos no es, pues, una base normotípica geriátrica y posiblemente los porcentajes de mejora en cada grupo — casi un 30 % de rasgos mejorados en Parkinson frente al 11 % del grupo de control— varíen si se utiliza otra base de datos pero, al utilizarse la misma para todos, pueden compararse los datos entre sí objetivamente.

Al ser la frecuencia fundamental un rasgo de dimorfismo sexual, una intervención vocal no tendría por qué modificar su valor. Sin embargo, tras los análisis efectuados, se observa que la frecuencia fundamental presenta cambios estadísticamente significativos por efecto de la intervención en cuatro de los ocho participantes del grupo de Parkinson, —un hombre y tres mujeres— y en dos de los cinco del grupo de control —un hombre y una mujer—. En los participantes GPH01 y GPM04 el valor de la frecuencia fundamental ha descendido mientras que en las participantes GPM01 y GPM03 ha aumentado. En el grupo de control, los valores de la frecuencia fundamental de los participantes GCH02 y GCM01—un hombre y una mujer— se han visto incrementados por efecto de la intervención. De todos ellos, solo mejora la dispersión de los datos en el participante GPH01 y se incrementa en el resto de participantes.

Teniendo en cuenta los valores normativos presbifónicos mencionados, el participante GPH01 resulta tener una voz normativa tanto antes como después de la intervención. Sin embargo, el valor de la mediana antes de la intervención se sitúa por encima de la normatividad según los valores normotípicos usados por el programa informático *BioMet®Phon* mientras que, tras la intervención, este rasgo ya se encuentra dentro de la normatividad. Eso quiere decir que la intervención ha conseguido rejuvenecer de alguna forma la voz de este participante.

Es necesario destacar que las mujeres del grupo experimental —GPM01, GPM03 y GPM04— presentan valores normativos tanto antes como después de la intervención según el programa informático de análisis. Es decir, que los cambios estadísticamente significativos que se observan no perjudican ni benefician en sí a las participantes, aunque supongan un rejuvenecimiento —como en las participantes GPM01 y GPM03— o un envejecimiento vocal —como es el caso de la participante GPM04—.

Respecto a las voces presbifónicas, la voz masculina del grupo de control —GCH02— muestra un comportamiento peculiar. El valor previo resulta ser normativo según la base de hablantes normotípicos del programa informático *BioMet®Phon*, pero se encuentra levemente por debajo de los valores considerados normativos presbifónicos, es decir, comienza el estudio con una voz de frecuencia fundamental

más baja, típicamente *juvenil*. Sin embargo, este rasgo empeora tras la intervención, asciende su valor posterior —aunque solo 1 semitono— y sitúa por encima del establecido por el programa informático pero dentro de la normatividad presbifónica. La frecuencia fundamental depende de cambios en la masa, la longitud o la tensión de los pliegues vocales (cf § 2.2.1). Estos cambios se pueden producir por alteraciones en la composición histológica; por causas orgánicas como laringitis, quistes o nódulos; por alteraciones funcionales —exceso de tensión muscular— o por el desarrollo de trastornos neurológicos. Sin embargo, analizando la anamnesis del participante, solo se puede atribuir el comportamiento de la frecuencia fundamental de este participante a un cambio funcional. La justificación del ascenso en el valor de la frecuencia fundamental tras la intervención parece ser, pues, el incremento de la actividad laríngea —los músculos cricotiroides— y del tracto vocal —los músculos elevadores de la laringe— según se explica en el trabajo de Tanner y Rammage (2015). En resumen, un hombre con una voz ligeramente más aguda no es indicativo en sí mismo de patología.

En cambio, la participante GCM01 —que ya era normativa antes de la intervención según el rango estipulado por el programa informático—, experimenta una mejoría tras la intervención.

Tanto en los estudios previos sobre voces con Parkinson (Tanner, 2012; Tanner y Rammage, 2015; Azekawa, 2011; Azekawa y Lagasse, 2017) como en los relativos a las voces presbifónicas (Zhu *et al.*, 2018; Moon *et al.*, 2020) los valores posteriores a las intervenciones de la frecuencia fundamental también se elevan significativamente. En casi todos los estudios previos se analiza un grupo mixto de voces femeninas y masculinas sin segregar entre sexos. La única excepción es el trabajo de Moon y sus colaboradores cuyo estudio analiza voces femeninas exclusivamente. Solo en los estudios de Azekawa (2011) y Azekawa y Lagasse (2017) se observa, además, mejora en la dispersión de los datos.

Teniendo en cuenta que, con el proceso de envejecimiento, la frecuencia fundamental del hombre se eleva, y la de la mujer desciende, en la mayoría de los estudios previos solo se puede constatar el hecho del ascenso de la frecuencia fundamental, pero no se puede decir si se trata de una información beneficiosa o

perjudicial. Un ascenso beneficiaría a las mujeres pero perjudicaría a los hombres porque cuando el hombre aumenta su frecuencia fundamental, se pierde el principal rasgo vocal diferenciador en la etapa de juventud.

No es posible, entonces, comparar los resultados del grupo de Parkinson de la presente tesis con los resultados de los trabajos previos que examinan la disartria hipocinética porque en todos los estudios de este tipo los análisis se realizan sobre grupos sin distinción de sexos como se ha dicho anteriormente. Y en cuanto a los resultados del grupo de control, en el estudio de Zhu y sus colaboradores (2018) tampoco se distinguen sexos mientras que el estudio de Moon y sus colaboradores es el único que considera el aspecto del sexo y realiza su trabajo sobre grupos femeninos. De todos los participantes de la presente tesis, la única participante que se puede comparar con los estudios previos en condiciones similares es la GCM01 cuyo incremento en la frecuencia fundamental coincide con los resultados de Moon y sus colaboradores (2020) basados en un grupo experimental exclusivamente femenino.

La frecuencia fundamental en la voz femenina, en principio, parece más susceptible a mejorar que en la masculina en contacto con actividades relacionadas con el canto según se observa en los estudios de Brown y sus colaboradores (1989, 1990, 1991) sobre las diferencias entre las voces de cantantes y no cantantes (véase la tabla 8, cf. § 2.5.4). La frecuencia fundamental es más alta en aquellas mujeres presbifónicas que han recibido entrenamiento de canto durante algunos años previos. En cambio, no se observan diferencias entre las voces masculinas. Estos estudios pueden indicar el efecto beneficioso de la práctica de canto a largo plazo para el mantenimiento, en mujeres, de una frecuencia fundamental elevada, más acorde con una voz sana y juvenil. Y, efectivamente, así lo corroboran los resultados descubiertos en esta tesis para la mayoría de las voces de las mujeres a excepción de la participante GPM04 cuyo Parkinson concommita con la enfermedad autoinmune de Sjögren. Sin embargo, también se observa en esta tesis que el entrenamiento de canto mejora este rasgo —es decir, que el valor posterior a la intervención desciende de forma estadísticamente significativa— en el participante GPH01. Así pues, se podría conjeturar que un hombre con Parkinson y sin pluripatología encontraría también beneficioso seguir un protocolo de técnica de canto para mejorar su frecuencia

fundamental. Solo el caso del participante GCH02 resulta anómalo aunque, al carecer de referencias previas que expliquen lo sucedido, solo se puede especular. Quizás la elevación de la frecuencia fundamental se relacione con un incremento en la intensidad que, a su vez, se reflejaría en el descenso del *shimmer* que se observa en este participante.

Si se analiza la normatividad de la frecuencia fundamental en los participantes de los estudios previos según los valores presbifónicos (Méndez *et al.*, 2010; Mezzedimi *et al.*, 2016), en los trabajos de Tanner (2012) y Azekawa (2011) se pierde normatividad tras la intervención si se toman en cuenta los valores presbifónicos masculinos pero, según los valores femeninos, los participantes muestran valores normativos. Al tratarse de grupos compuestos de voces de hombres y mujeres, no es posible saber si los valores son normativos o no. En el caso del estudio de Zhu y sus colaboradores (2018), los valores se encuentran notablemente alejados de los normativos presbifónicos. El trabajo de Moon y sus colaboradores (2020) es el único en el cual se analiza un sexo —el femenino— y los valores que presentan estas participantes se sitúan por encima de la normatividad presbifónica. Todo esto hace muy difícil comparar los resultados que afectan a la frecuencia fundamental con estudios previos.

No obstante, teniendo en cuenta que el oído realiza su análisis de frecuencias en una escala logarítmica, solo se pueden comparar las voces de hombres y mujeres en una escala similar comparable. Por ello, un análisis en semitonos es más ilustrativo del efecto que tiene la intervención en las voces de los participantes. En cuanto a los semitonos de variación tras la intervención, en el caso de la presente tesis, la frecuencia fundamental del participante GPH01 desciende 5 Hz (0,6 semitonos); una variación de la frecuencia fundamental muy leve que no resulta discriminable por el oído humano no entrenado (Grawunder y Bose, 2008; Zarate *et al.*, 2012), pero que normativiza el rasgo. La participante GPM01 presenta un ascenso de 24 Hz en su mediana posterior a la intervención, lo que significa una subida de 2 semitonos, algo que ya puede empezar a percibirse por oídos no entrenados. El ascenso de la mediana posterior para la participante GPM03 es de 35 Hz, es decir, 3 semitonos. Los cambios en las mujeres parecen más significativos en términos perceptivos que los observados

en los hombres. En cambio, el descenso de la mediana posterior en la participante GPM04 es de 15 Hz, que significa 1,5 semitonos, lo que cual sería insuficiente para que sea percibido durante el habla por oídos no entrenados.

En los estudios previos, el trabajo de Tanner (2012), que utiliza un protocolo logopédico, observa un incremento de la frecuencia fundamental de 10 Hz (0,5 semitonos) tras la intervención. En el de Azekawa (2011), el protocolo consiste en musicoterapia y las muestras posteriores a su intervención experimentan un ascenso de 14 Hz (1,5 semitonos). Ambos cambios son imperceptibles excepto, quizás, para oídos entrenados como ya se ha mencionado con anterioridad.

Estos resultados difieren con los que presenta el participante GPH01 cuyo comportamiento en este rasgo es de descenso o mejoría tras la intervención cantada. Es decir, que dicho descenso registrado en el participante GPH01 aunque resulta ser muy bajo, significa que la voz se ha *masculinado*. En cuanto a las participantes GPM01 y GPM03, coinciden con lo observado en los estudios previos, aunque, en el caso de estas dos participantes, los incrementos son mucho más elevados e, incluso, podrían ser perceptualmente detectados por personas no entrenadas. Para estas dos participantes, la voz se ha *feminizado* aún más. Se puede contemplar la posibilidad de que ese ascenso tan notable se deba a que el entrenamiento de canto sea mucho más efectivo que el protocolo logopédico o el de musicoterapia para el caso de la frecuencia fundamental en una población con Parkinson. Aunque siempre teniendo en cuenta que esta interpretación debe ser corroborada con estudios posteriores, puesto que los estudios previos disponibles en este caso no segregan entre sexos. La única excepción es la participante GPM04 cuya voz empeora tras la intervención, se *masculiniza*, pero es necesario recordar que se trata de una participante con síndrome de Sjögren a la vez que Parkinson y que, además, se trata de la participante que acudió a menos sesiones de todos los del grupo experimental. Puede ser que necesitara un número mayor de sesiones o un protocolo específicamente diseñado para Sjögren que es una enfermedad autoinmune.



En cuanto al grupo de control, el participante GCH02 presenta un ascenso de 9 Hz —1 semitono— en la frecuencia fundamental por efecto de la intervención. Es decir, se puede decir que este rasgo empeora y presenta una voz más envejecida, aunque, realmente, el cambio no podría ser percibido por un oído no entrenado. En el caso de la participante GCM01, experimenta un ascenso de 7 Hz —0,6 semitonos—, pero ambos valores, previo y posterior, son normativos, ni mejora ni empeora y, además, el incremento resulta imperceptible.

En cuanto a los trabajos previos con voces presbifónicas, el estudio de Zhu y sus colaboradores de 2018 con técnica de canto de ópera china exhibe 13 Hz de ascenso —1 semitono— pero, de nuevo, el grupo experimental está compuesto de hombres y mujeres y se analiza la frecuencia fundamental del grupo completo, mezclando ambas voces. En cuanto al trabajo de Moon y sus colaboradores de 2020 con técnica de musicoterapia, el grupo experimental es exclusivamente femenino y el incremento observado es de 28 Hz —2 semitonos—. Los resultados de los participantes de la presente tesis coinciden con los resultados de los estudios previos, aunque hay que detallar algunos aspectos. El estudio de Zhu y sus colaboradores se realiza sobre un grupo mixto, sin separación de voces. En este caso, el leve ascenso posterior de la frecuencia fundamental de entre medio y un semitono es similar a las cifras obtenidas en esta tesis. No proporciona información sobre la dispersión de los datos, así pues no se puede saber la fiabilidad de esas cifras. Los resultados de la participante GCM01 solo se pueden comparar, en sentido estricto, con los obtenidos por el estudio de Moon y sus colaboradores sobre voces femeninas. En este caso existe una gran diferencia en favor del estudio previo con un ascenso de 2 semitonos. La participante GCM01 también experimenta un ascenso en la frecuencia fundamental, aunque no tan espectacular como en el caso de las participantes del estudio de Moon y sus colaboradores. Se puede explicar este hecho si se examina la anamnesis de los participantes. La participante GCM01 tiene pluripatología que afecta al sistema fonador como es el hipotiroidismo y la disfagia. Es decir, aunque los resultados no sean espectaculares, marca una clara tendencia a la mejoría que, quizás se lograra con un mayor número de sesiones.

No obstante, es plausible que la cantidad de horas impartidas —16 horas para el estudio de Moon y sus colaboradores— influya en los resultados. En la presente tesis se estipula un compromiso para los participantes de una asistencia mínima de ocho sesiones —una hora por sesión—. Se ha respetado este mínimo teniendo en cuenta que el presente estudio trata sobre la influencia de una intervención en voces afectadas de disartria hipocinética, no de presbifonía. Es posible que las voces presbifónicas requieran de un número superior de sesiones para mostrar resultados mucho más perceptibles considerando que, con menos sesiones, el presente estudio ya arroja una mejora significativa, lo que dice mucho en favor de la rapidez con que trabaja este protocolo basado en técnica de canto sin injerencias de otras disciplinas.

La cantidad de sesiones para los participantes del grupo de control en la presente tesis y la del trabajo de Zhu y sus colaboradores es similar —en el caso del trabajo previo son 13 horas y en el caso de la presente tesis, el participante GCH02 asiste a 16 horas y la GCM01, a 13 horas—. Esto podría explicar los resultados similares entre el estudio de Zhu y sus colaboradores y la presente investigación. Pero también en este caso es necesario mencionar que, en el trabajo de Zhu y sus colaboradores añaden ejercicios para aplicar las técnicas de canto directamente a la producción vocal hablada. Esa práctica no se efectúa en la enseñanza del canto occidental y, por eso, no se ha llevado a cabo en la presente tesis. A pesar de la diferencia en el trabajo extra del estudio previo, los resultados no mejoran sustancialmente respecto a los resultados de la presente tesis, así pues, el protocolo utilizado en esta tesis basado en técnicas de canto de diferentes estilos musicales, resulta ser mucho más efectivo para las voces presbifónicas que el de Zhu y sus colaboradores, que trabajan sobre el cierre glótico y el estilo de ópera china.

En resumen, la intervención efectuada con técnica de canto con un mínimo de 9 horas de duración dirigida especialmente a participantes con Parkinson ha tenido un efecto positivo mejorando la frecuencia fundamental de la mayoría de estas personas, tanto en las mujeres como en el hombre; mejora que en algunos casos podría llegar a ser percibida por oídos no entrenados.

La frecuencia fundamental es un rasgo fuertemente vinculado al comportamiento del *jitter*. El *jitter* presenta valores más bajos cuanto más alta sea la frecuencia fundamental. Asimismo, se relaciona con la intensidad de la voz y cuanto mayor es esta, menor es el valor del *jitter* (Cobeta, Peinado y García-López, 2008: 2559-2560). Un *jitter* elevado se percibe como una voz inestable, afónica o ronca. Es uno de los diez rasgos que se consideran en la presente tesis como caracterizadores de la disartria hipocinética (Gómez-Vilda *et al.*, 2009; Gómez-Vilda *et al.*, 2017b; Gálvez-García *et al.*, 2019), pero también es un rasgo que aumenta a medida que la edad avanza (Fernández, Cobeta y Vaca, 2013; Mezzedimi *et al.*, 2016; Gómez-Rodellar *et al.*, 2018; Spazzapan *et al.*, 2019).

Son dos los participantes que reflejan una mejoría estadísticamente significativa del *jitter* tras la intervención, y ambos pertenecen al grupo experimental. Se trata de un hombre y una mujer, los participantes GPH01 y GPM03, respectivamente. Además, en ambos, la dispersión de los datos también se reduce.

El valor del *jitter* del participante GPH01 previo a la intervención —0,015 %— no resulta normativo según los valores de los que se sirve el programa informático utilizado. Sin embargo, considerando los valores de normatividad presbifónica de este rasgo para la voz masculina que oscila entre 0,65 % y 0,7 % (Méndez *et al.*, 2010; Mezzedimi *et al.*, 2016), se puede advertir que el valor del *jitter* del participante GPH01 se encuentra, incluso, por debajo del rango estipulado por estos autores. Tras la intervención, el rasgo se sitúa dentro de la normatividad establecida por el programa informático así pues, se podría decir que su voz rejuvenece. Asimismo, como los valores bajos de *jitter* se relacionan con una elevada frecuencia fundamental y una mayor intensidad y, dado que en el caso de este participante, la frecuencia fundamental desciende significativamente, no se puede relacionar el descenso del *jitter* con la frecuencia fundamental sino, quizás con un incremento de la intensidad.

Los valores de *jitter*, tanto antes como después de la intervención, que revela la participante GPM03 se sitúan dentro de la normatividad según el programa de análisis utilizado. Es decir, su voz ya resulta juvenil, aunque el descenso le proporciona una mejoría. En el caso de esta participante, la mejora del *jitter* quizás sí se pueda atribuir

al incremento de la frecuencia fundamental, pero no se puede descartar que, perceptualmente, exista un aumento en la intensidad que autopercebe la participante.

No es posible realizar comparativas sobre los resultados del *jitter* con estudios previos sobre voces con Parkinson porque este es el primero que ofrece datos en este sentido.

Los estudios comparativos entre las voces presbifónicas de cantantes y no cantantes realizados por Prakup (2009, 2012) reflejan valores más elevados de *jitter* en los grupos de no cantantes. En el grupo de voces masculinas presbifónicas se constata que el valor del *jitter* es de un 0,19 % más alto en los participantes no cantantes y de un 0,17 % en el caso de las voces femeninas. Esto parece indicar que el entrenamiento de canto puede suponer la diferencia entre tener una voz más o menos senil.

En el estudio previo de Moon y sus colaboradores de 2020, con 16 horas de intervenciones en musicoterapia, y en un grupo experimental de mujeres, la voz mejora tras la intervención, pero la dispersión de los datos aumenta. Quizás el hecho de que el rasgo mejore sería atribuible al incremento de la frecuencia fundamental. En el resto de estudios previos, el *jitter* no ha mejorado significativamente.

El *shimmer* es otro rasgo de perturbación a corto plazo afectado tanto por la edad como por la enfermedad de Parkinson. Se relaciona de modo inverso con la intensidad, si el *shimmer* se reduce, la intensidad aumenta (Cobeta, Peinado y García-López, 2008: 2559-2560).

Son tres los participantes que muestran variación estadísticamente significativa en este rasgo tras la intervención. Se trata de los participantes GPM04, GCH02 y GCM01. En todos ellos el *shimmer* se encuentra dentro de la normatividad antes y después de la intervención según la base de datos de referencia usada por la herramienta de análisis. Es decir, que este rasgo ya presentaba valores previos como los que poseen las voces jóvenes.

La participante GPM04 es la única del grupo experimental con Parkinson que presenta un cambio tras la intervención, un empeoramiento del *shimmer*, aunque existe un aumento en la dispersión de los datos. Sin embargo, esta participante tiene pluripatología de Parkinson y Sjögren como se ha mencionado anteriormente. Existe un estudio previo de Philippe de 2020 con un grupo experimental de voces masculinas

y femeninas y sesiones de musicoterapia donde se refleja una mejora tras las sesiones, pero, de nuevo, no se discrimina entre voces masculinas y femeninas, así pues no es posible comparar el resultado de esta participante con el resultado de ese trabajo previo. Además, se trata de un trabajo de fin de máster no publicado.

Los participantes del grupo de control GCH02 y GCM01 presentan mejoras unidas a una reducción en la dispersión de los datos. En el participante GCH02 se observa que el *shimmer* no presenta variación en el valor posterior a la intervención. Sin embargo, dicha variación resulta estadísticamente significativa. Este resultado se puede atribuir al notable descenso de la dispersión de los datos que ocasiona una mejora en la distribución tal, que se refleja en la obtención de la significación.

El resultado de la participante GCM01 coincide con el estudio previo de Moon y sus colaboradores (2020) sobre voz femenina en el que también se advierten mejoras en el grupo experimental tras la intervención. La mejora no es espectacular, pero la tendencia es positiva teniendo en cuenta la pluripatología de disfagia e hipotiroidismo. Es interesante observar que el grupo control —en el trabajo de Moon y sus colaboradores— no recibe ningún tipo de intervención y experimenta un empeoramiento en el valor del *shimmer* en el tiempo que dura el estudio que estos autores explican por la mejora respiratoria, postural y articular que supone cantar.

En resumen, los parámetros de perturbación a corto plazo indican que tanto para las voces masculinas como para las femeninas, los valores del *jitter* presentan mejoras en los participantes de Parkinson, mientras que los del *shimmer* expresan mejoras en el grupo de control. Estas mejoras son tales que las autoperceben los participantes.

El resto de rasgos examinados en la presente tesis son novedosos en la bibliografía, puesto que ningún otro estudio previo los ha abordado. El siguiente grupo de rasgos discutidos son los desbalances de la tensión y la masa del cuerpo y la cubierta. Este grupo de rasgos contribuye a diferenciar la disartria hipocinética de la presbifonía.

Los desbalances relativos al cuerpo reflejan una asimetría en los patrones fonatorios, es decir, cada pliegue vibra en diferente fase (Gómez-Vilda *et al.*, 2013a). Como el Parkinson es un problema neurológico con afectación motora, es plausible pensar que el cuerpo de los pliegues —que es el músculo vocal—, se encuentre más afectado en el grupo de Parkinson que en el grupo de control en el que ningún participante tiene alteraciones neurológicas. En el presente estudio, los desbalances del cuerpo de los pliegues vocales muestran un comportamiento diferente según el participante pertenezca al grupo experimental o al grupo control. Algunos participantes del grupo experimental presentan mejoras tras la intervención mientras que ningún participante del grupo control muestra cambios tras la intervención ni en el desbalance de la masa ni en el de la tensión del cuerpo. En el caso de los desbalances relativos al cuerpo de los pliegues parece que sí se trata de un rasgo muy afectado por el problema neurológico y no por la presbifonía derivada de la edad.

Respecto al desbalance de la masa del cuerpo, se produce una mejora estadísticamente significativa tras la intervención en dos hombres del grupo de Parkinson —GPH01 GPH03— y en una de las mujeres —GPM03—. En todos ellos mejora también el rango intercuartílico posterior a la intervención. En el caso de los hombres, parten de unos valores previos fuera de la normatividad, aunque ninguno de ellos llega a alcanzar dicha normatividad tras la intervención. La participante GPM03 muestra normatividad tanto antes como después de la intervención.

En cuanto al desbalance de la tensión del cuerpo, solo dos participantes muestran una mejoría estadísticamente significativa tras la intervención. Se trata del participante GPH01 y la participante GPM03. En el caso del hombre, el descenso normativiza el rasgo. La participante femenina, en cambio, parte de un valor ya normativo y mejora tras la intervención.

Los desbalances tanto de la masa como de la tensión de la cubierta son dos rasgos en los que se constatan cambios estadísticamente significativos en varios participantes masculinos del grupo experimental y en una participante femenina del grupo control. Esto no quiere decir que estos rasgos no ayuden a diferenciar la disartria hipocinética. Los rasgos no son independientes, han de interpretarse teniendo en cuenta otros aspectos. Por ejemplo, en este caso se advierten diferencias

en cuatro participantes de Parkinson mientras que solo una del grupo control muestra variación en estos rasgos tras la intervención. Además, los desbalances relacionados con la cubierta resultan menos alterados en las personas con Parkinson que los relacionados con el cuerpo, debido a la afectación neuronal que les caracteriza (Gómez-Rodellar *et al.*, 2018).

El desbalance de la masa de la cubierta exhibe una mejora estadísticamente significativa en dos hombres con Parkinson — GPH01 y GPH04— y en una mujer — GPM03— y en una participante mujer del grupo de control —GCM01—. En todos los casos, la dispersión de los datos se reduce, así que la mejora se ve confirmada con este resultado.

Las voces femeninas, tanto la de la participante experimental como la del grupo control, parten de una situación de normatividad en este rasgo. Tras la intervención, ambas conservan la normatividad que ofrece la base de datos del programa.

Sin embargo, en el caso de los participantes masculinos, el valor del rasgo no es normativo antes de la intervención pero, mientras que el participante GPH04 alcanza la normatividad tras la intervención, el participante GPH01 no se sitúa dentro del rango normativo que estipula el programa, no obstante, la mejoría y el descenso de la dispersión ocurren en este participante.

Resulta peculiar que los desbalances de la cubierta sean rasgos que mejoran tras la intervención en el caso del participante GPH04, con más de 25 años diagnosticado, sin pluripatología y más de 12 años con un dispositivo neuroestimulador implantado. El avance de la enfermedad durante el tiempo que duró el experimento es muy agresivo hasta el punto de llegar a perder la verticalidad y no poder salir de casa. La normatividad se podría atribuir a que el neuroestimulador regula los movimientos motores y él mismo, en un momento determinado, demuestra que sin activarlo no puede hablar<sup>63</sup>, aunque estudios previos no han mostrado beneficios específicos de los neuroestimuladores sobre la disartria hipocinética (Ignacio *et al.*, 2019: 181-198). Quizás exista la posibilidad de que el neuroestimulador no puede regular los rasgos de desbalances que, por el contrario, sí se corrigen tras la intervención de canto.

---

<sup>63</sup> De hecho, la misma investigadora es testigo de cómo al apagar el implante, el participante ralentiza su velocidad de elocución, no consigue articular y baja su frecuencia fundamental y su intensidad.

Los anteriores participantes que experimentan variaciones en el rasgo anterior, también cuentan con cambios estadísticamente significativos en el desbalance de la tensión de la cubierta, aunque se añade una participante más —la GPM04—. En este caso, los participantes masculinos siguen mostrando valores fuera de la normatividad antes de la intervención y ambos mejoran tras la intervención y los valores se normativizan. Sin embargo, en el participante GPH04 la dispersión aumenta.

En cuanto a las participantes, la GPM04 sufre un empeoramiento del rasgo tras la intervención. Las otras dos participantes —GPM03 y GCM01— mejoran los valores del rasgo tras la intervención y, además, la dispersión de los datos también se reduce. Todas las voces femeninas se encuentran dentro de la normatividad tanto antes como después de la intervención, con lo cual la intervención no estaría afectando estos parámetros.

Resumiendo, respecto a los rasgos relacionados con los desbalances, los que tienen que ver con el cuerpo de los pliegues, es decir, el desbalance de la masa y de la tensión del cuerpo, muestran mejoras tras la intervención de canto solo en el grupo con Parkinson —mayores en caso de las voces masculinas—. En cambio, los desbalances relativos a la cubierta, el desbalance de la masa y de la tensión de la cubierta, mejoran en general tanto en participantes masculinos y femeninos de los grupos experimental —en este caso experimentan más mejoras los hombres— y de control —solo la mujer—.

Por último, los rasgos referentes a los distintos tipos de temblores solo presentan variaciones en el grupo de Parkinson, así pues también parece confirmarse que son rasgos que contribuyen a la diferenciación entre disartria hipocinética y presbifonía. Tanto en el temblor fisiológico como en el neurológico el único participante que muestra mejoría tras la intervención es el GPH01 que, además revela un descenso en la dispersión de los datos. El temblor fisiológico resulta normativo antes y después de la intervención, pero el neurológico se normativiza tras ella. En el *flutter* y el temblor global también se observan mejoras en el participante GPH01, pero, además, en el *flutter*, el participante GPH03 mejora tras la intervención y, en el temblor global, la participante GPM03 también experimenta mejoría. En todos los casos la dispersión de los datos se reduce. En el *flutter*, el participante GPH01 resulta



tener valores normativos antes y después de la intervención, mientras que, el GPH03 no alcanza la normatividad ni antes ni después. En el temblor global, el participante GPH01 normativiza el rasgo tras la intervención y la participante femenina —GPM03— presenta una mejoría pero los valores previo y posterior a la intervención son normativos.

En el grupo de control no se advierten cambios producidos por la intervención. Si se tiene en cuenta que este grupo está formado por participantes sin problemas neurológicos, es un resultado esperable y que confirma que este grupo de rasgos es determinante para caracterizar la especificidad de la disartria hipocinética.

En resumen, el grupo de Parkinson es el único que experimenta mejoras en todos los rasgos relacionados con los temblores, más en el caso de los hombres que de las mujeres.

En el siguiente capítulo se ofrecen las conclusiones que se pueden extraer de los análisis efectuados, la explicación de los mismos, las limitaciones del estudio y se proporcionan ideas para futuras líneas de investigación, tanto nuevas como derivadas de la presente investigación.

## 6. Conclusiones

El propósito principal de la presente tesis es averiguar si un protocolo de canto diseñado específicamente tiene efecto sobre la disartria hipocinética que experimentan las personas diagnosticadas con Parkinson y, de modo secundario, en un grupo de personas del mismo rango etario con presbifonía pero sin enfermedad de Parkinson. El posible efecto se ha valorado exclusivamente mediante las herramientas objetivas que ofrece la fonética clínica sin recurrir a pruebas perceptivas o cualitativas. Para ello, se comparan los valores de los parámetros acústicos y biomecánicos tanto antes como después de la intervención de canto en el grupo de Parkinson y en el de control. El objetivo consiste en averiguar si la práctica del canto continuada en el tiempo implica alguna mejora en el comportamiento fonatorio de ambos grupos.

En este sentido, las aportaciones del presente estudio revelan que existen diferencias si el participante pertenece al grupo de Parkinson o al de control. Lo cual corrobora que el protocolo de intervención diseñado es adecuado para el grupo diagnosticado con Parkinson. Asimismo, tiene una gran influencia el sexo del participante, ya que la intervención ha tenido un mayor impacto en los hombres, si dicho participante tiene o no una pluripatología que afecte directamente al sistema fonador también es un condicionante e, igualmente, si la edad es más o menos avanzada. Por último, el tiempo desde el diagnóstico o el número de sesiones a las que acuden, incluso el grado de afectación del Parkinson, en el caso de los participantes experimentales, no pueden descartarse como posibles condicionantes. A partir de los resultados de esta tesis, serían necesarias al menos 9 horas de intervención como mínimo para poder ver algún efecto en los rasgos vocales a lo largo del tiempo.

Recuperando el primer objetivo formulado en esta tesis, se advierte la gran diferencia en cuanto a las alteraciones que muestran los rasgos antes de la intervención entre el grupo de Parkinson y el de control. Los participantes con Parkinson muestran un alto índice de rasgos previos a la intervención que se hallan fuera de la normatividad según el programa informático utilizado *BioMet®Phon* cuya base de datos se compone de voces normotípicas. La falta de estudios sobre los rasgos fonatorios tanto en presbifonía como en disartria hipocinética ocasiona que necesite tomarse como referencia esta base de datos compuesta de voces normotípicas.

Dentro del grupo con Parkinson, también se observa una notable diferencia entre las mujeres y los hombres. Las mujeres del presente estudio parten de voces con menor cantidad de rasgos alterados que los hombres. Así pues, se confirma la primera hipótesis, es decir, los participantes del grupo con Parkinson presentan valores alterados en los rasgos fonatorios caracterizadores de la disartria hipocinética antes de la intervención en comparación con el grupo normativo absoluto que establece el programa informático. También se confirma la subhipótesis de que, perteneciendo al mismo grupo etario, en el grupo de control compuesto de personas presbifónicas no se observa la misma cantidad de alteraciones antes de la intervención.

Dentro del grupo experimental masculino, el participante con un mayor tiempo de diagnóstico de Parkinson —a excepción del participante con el implante de neuroestimulación— es el que muestra los peores valores previos a la intervención, con todos los rasgos alterados y por encima de la normatividad. Le sigue el participante con Parkinson sin pluripatología pero de edad más avanzada y después el que muestra un defecto de cierre de los pliegues vocales. El menor índice de rasgos alterados lo constata el participante con el implante de neuroestimulación a pesar de ser el que tiene una mayor cantidad de años desde el diagnóstico. Quizás sea debido al efecto que le causa el neuroestimulador en la voz.

En cuanto al grupo femenino experimental, las participantes femeninas muestran valores previos prácticamente sin alteraciones, normativos, salvo en la participante con pluripatología y más tiempo transcurrido desde su diagnóstico de Parkinson, que presenta algunos rasgos alterados. Eso quiere decir que las voces de este grupo son más juveniles (y femeninas) que las del grupo masculino según la normatividad establecida por la base de datos antes mencionada.

El grupo de control presenta un menor índice de alteraciones fonatorias antes de la intervención. Como en el caso del grupo de Parkinson, se aprecian diferencias entre el grupo masculino y el femenino aunque, en el caso de este grupo, no tan acentuadas como en el del grupo experimental. La mayor diferencia observada en todo el grupo se debe al participante de mayor edad que cuenta con gran cantidad de rasgos alterados antes de la intervención.

Así pues, respecto a los valores alterados previos a la intervención, la primera gran distinción ocurre entre los grupos con el trastorno neurodegenerativo — Parkinson—, y el orgánico —presbifonía—, ya que en el Parkinson los valores de los rasgos que caracterizan la disartria hipocinética están alterados como cabría esperar. Dentro del grupo de Parkinson, existe una enorme diferencia entre las mujeres, y los hombres, ya que las primeras cuentan con voces más normativas. La peor fonación la muestran los participantes con mayor tiempo de duración de la enfermedad, independientemente del sexo, en primer lugar, con más edad en segundo lugar y con pluripatología en tercer lugar. En el caso del grupo de control, la presbifonía es más destacable en los hombres, en primer lugar, y en los participantes de más edad, en segundo lugar.

El segundo objetivo de la tesis apunta al examen de los rasgos del grupo experimental para observar si las alteraciones descubiertas se reducen tras la intervención. La segunda hipótesis se fundamenta en que cualquier tipo de ejercicio vocal que se centre en la mejora fonatoria producirá mejoras en los valores de los parámetros analizados del grupo experimental que descenderán significativamente tras la intervención.

Al tener en cuenta solo los rasgos cuya variación obtiene una significación estadística, la segunda hipótesis se confirma parcialmente puesto que, si bien existen mejoras en cinco de los ocho participantes —tanto masculinos como femeninos—, realmente los mejores resultados los presentan los participantes masculinos sin pluripatología porque los rasgos llegan a mejorar tanto que se vuelven normativos después de la intervención. Incluso, entre estos dos participantes, los mejores resultados los presenta el participante más mayor, quizás porque es el que tiene un mayor número de rasgos previos alterados. Uno de los participantes con pluripatología, el segundo de más edad y también el segundo en cuanto años de diagnóstico, a pesar de experimentar mejoría, no consigue la normatividad de los rasgos; siempre teniendo en cuenta que la normatividad que proporciona el programa no estaría alineada con la condición presbifónica del grupo de control.

Y en cuanto al grupo femenino, aquellas que muestran una mejoría tras la intervención son participantes cuyos rasgos previos ya eran normativos, aunque una de las participantes, empeora. Es la participante con síndrome de Sjögren con valores de sus rasgos normativos antes y después de la intervención.

Es necesario puntualizar este resultado, puesto que efectivamente existen rasgos analizados que mejoran tras la intervención, incluso cuyos valores posteriores se normativizan, pero que no obtienen significación estadística en referencia a los valores previos. Sin embargo, al tener en cuenta que el Parkinson es un trastorno neurodegenerativo que empeora con el paso del tiempo y que el tiempo de duración de la enfermedad es un factor decisivo, se puede decir que considerar la tendencia a la mejoría, aunque carezca de significación estadística o, incluso, contemplar la no variación entre los valores previos y posteriores a la intervención, puede suponer la estabilización del proceso degenerativo fonatorio durante todo el tiempo del estudio. Esto en sí mismo es una mejoría.

Por ello, si se contempla como dato positivo la tendencia a la mejora en general, se puede decir que la intervención con técnica de canto a lo largo del tiempo en personas diagnosticadas con Parkinson resulta ser muy efectiva porque los rasgos vocales en general expresan una tendencia a la mejora tanto en el grupo masculino como en el femenino. Como excepciones se encuentran dos participantes, uno con pluripatología de defecto de cierre de pliegues vocales y la otra con síndrome de Sjögren. Así pues, la existencia de pluripatología parece condicionar la evolución favorable de la intervención.

Es decir, el sexo es un factor importante en este grupo, los participantes masculinos mejoran y normativizan una mayor cantidad de rasgos tras la intervención que las mujeres, quizás porque parten de rasgos mucho más alterados antes de la intervención. Los participantes —tanto hombres como mujeres— con más edad y más años de diagnóstico de Parkinson son los que mayor cantidad de rasgos mejoran.

Por último, el tercer objetivo se centra en lo que ocurre con el grupo de control. La hipótesis en este caso presupone que la intervención también será de utilidad para mejorar la voz presbifónica, ya que cuando se realiza un trabajo vocal, se mejora la fonación en su conjunto. Sin embargo, los cambios que se observen en este

grupo deberían ser significativamente menores o afectar a un menor número de rasgos, ya que el protocolo está específicamente diseñado para las personas diagnosticadas con Parkinson. Ese resultado permitirá corroborar o no el buen diseño del protocolo.

Pues bien, esta hipótesis también se ha confirmado aunque con alguna matización, al igual de lo que sucede con la segunda hipótesis. La mayoría de los rasgos analizados parten de una condición de normatividad previa a la intervención teniendo en cuenta que el modelo con el que se realizan las comparaciones de los rangos de normatividad es de hablantes normotípicos. Muy pocos rasgos muestran mejoras con significación estadística tras la intervención. Solo mejoran los pertenecientes a dos participantes, un hombre y una mujer aunque siempre dentro de los rangos normativos. No obstante, se observa una tendencia general a la mejora sin significación estadística tras la intervención. Por ejemplo, esta intervención de canto mejora el rasgo de temblor neurológico que presentan alterado dos de los participantes, el de mayor edad y el que estuvo afectado por un ictus. Este último, incluso, normativiza este rasgo. También se observan mejoras dentro de la normatividad y se observan rasgos —en mayor número que los que muestran los participantes de Parkinson— cuyos valores no varían tras la intervención. Si se tiene en cuenta que la presbifonía es una consecuencia del envejecimiento y que el participante que más alteraciones previas presenta es el de mayor edad, se puede entender el mantenimiento de resultados como un aspecto beneficioso para la conservación de la salud vocal en la senectud.

Tal como predice la hipótesis, se observan una menor cantidad de rasgos mejorados, menos cambios significativos y mayor cantidad de rasgos que permanecen invariables tras la intervención. Teniendo en cuenta todo lo expuesto y el singular dato de la mejora de un rasgo altamente neurológico, se puede considerar corroborada esta hipótesis de la idoneidad del protocolo diseñado para desórdenes neurológicos.

Una mención aparte merece el comportamiento de los rangos intercuartílicos. La mayoría de los valores de los rasgos analizados muestran una reducción en su dispersión tras la intervención, tanto en el grupo experimental como en el control. La única excepción son las dos participantes femeninas que menos asistencia han

presentado. Por un lado, la participante de Parkinson con Sjögren en la que, en todos los rasgos sin excepción, se observa un incremento tras la intervención, es decir, que empeora la dispersión de los datos. Por otro lado, una participante pluripatológica que muestra la mitad de sus rasgos con reducción de la dispersión de los datos tras la intervención.

El comportamiento en la dispersión de los datos parece estar relacionado, primeramente, con el sexo. Los mejores resultados en cuanto a la dispersión de los datos, los obtienen los hombres tanto del grupo experimental como del grupo de control y así se corrobora que la intervención es más beneficiosa para ellos. También parece guardar relación con las horas de asistencia a las sesiones. A mayor cantidad de horas de asistencia, mejores resultados en la dispersión de los datos lo que confiere al comportamiento de la mediana una mayor fiabilidad.

En resumen, la mayor alteración de los valores previos parece depender, en primer lugar, de la afectación o no de una enfermedad neurodegenerativa como lo es el Parkinson; en segundo lugar, del sexo del participante, los hombres tienen voces más alteradas; en tercer lugar, y solo para el grupo con Parkinson, de los años que hayan transcurrido desde el diagnóstico; en tercer lugar, de la edad que tenga en ese momento y, en último lugar, de la pluripatología. Los participantes con Parkinson presentan un mayor número de rasgos alterados previos a la intervención en comparación con los participantes del grupo de control y, en ambos grupos, las mujeres muestran más rasgos dentro de la normatividad previamente. En el grupo masculino con Parkinson, el participante que lleva más tiempo afectado por este trastorno es el que presenta todos los rasgos alterados. Le siguen en orden decreciente de peor a mejor el que tiene más edad, después el participante que padece el defecto de cierre de los pliegues vocales y, por último, al que se le ha implantado un neuroestimulador. En el grupo de las mujeres, los valores más alterados corresponden a la participante que lleva más tiempo afectada por el Parkinson, en segundo lugar, la que tiene más edad, y tanto la participante con Sjögren, como la que presenta Parkinson sin pluripatología no revelan rasgos alterados en absoluto previos a la intervención.

Respecto a la respuesta a la intervención, en el grupo de Parkinson, la pluripatología es muy importante, dos participantes —un hombre y una mujer— con pluripatología experimentan empeoramiento en sus rasgos tras la intervención. El sexo es otro factor importante en este grupo, los participantes masculinos mejoran y normativizan una mayor cantidad de rasgos tras la intervención que las mujeres, quizás porque parten de rasgos mucho más alterados antes de la intervención. Por último, los participantes —tanto hombres como mujeres— con más edad y más años de diagnóstico de Parkinson son los que mayor cantidad de rasgos mejoran. En cuanto al grupo de control, el sexo resulta ser un factor determinante de mejora. Las mujeres obtienen mejores resultados tras la intervención, quizás debido a que la voz femenina es la más afectada por la presbifonía y puede ser que por eso el trabajo vocal sea más beneficioso para este grupo.

La intervención diseñada consigue que la frecuencia fundamental, en la mayoría de los participantes, varíe hacia los valores normotípicos de cada sexo. Esto se puede interpretar como que la fonación vuelve a su funcionalidad correspondiente con edades más jóvenes. Sobre todo, ocurre en las voces femeninas y eso pudiera ser indicativo de que las mujeres son más susceptibles a mejorar su frecuencia fundamental en contacto con actividades de técnica de canto.

El protocolo basado en ejercicios de técnica de canto de diferentes estilos vocales y sin injerencias de otras disciplinas mantenido a lo largo del tiempo parece dar mejores resultados que otros basados en sesiones de musicoterapia o logopedia o, incluso, en técnica de canto de un solo estilo.

Los resultados aquí obtenidos son difícilmente comparables a los de los estudios previos porque, en primer lugar, la gran mayoría, analizan conjuntamente las voces de los hombres y las mujeres sin discriminar entre sexos a pesar de que examinan rasgos como la frecuencia fundamental que tiene una fuerte componente asociada con dimorfismo sexual. Realmente, solo se pueden comparar los resultados de un estudio previo, de entre todos los recopilados en el marco teórico, con los de la presente tesis. Se trata del único que segrega por sexos y sus participantes son, exclusivamente, mujeres con presbifonía. En segundo lugar, los estudios previos no mencionan los límites de normatividad, así pues, solo se sabe que los rasgos se



incrementan o disminuyen tras la intervención, pero sin saber si se parte de valores previos alterados o no. La presente tesis es muy novedosa tanto en el sentido de ofrecer resultados según el sexo del participante como en el de aportar información sobre la evolución de la funcionalidad o disfuncionalidad del comportamiento fonatorio.

Los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y la cubierta y los temblores son rasgos no analizados previamente por la bibliografía, así pues resulta una información novedosa. Solo se observan alteraciones, en general, en estos rasgos antes de la intervención para el grupo de participantes con Parkinson. Esto parece confirmar que son rasgos que caracterizan adecuadamente la disartria hipocinética y que, además, sus variaciones son muy sensibles a la intervención de canto. Sin embargo, el temblor neurológico mejora también en los dos participantes del grupo de control que muestran alterado este rasgo antes de la intervención lo que parece indicar la alta efectividad del presente protocolo en rasgos de origen neurológico, independientemente de si se tratara de un participante que tiene o no una enfermedad neurodegenerativa diagnosticada en el momento de la intervención.

Aparte de los resultados mencionados, el presente estudio es innovador por diversos motivos. Resulta ser un trabajo pionero al aunar las herramientas que otorga la fonética clínica y la técnica de canto de estilos musicales occidentales, impartida de forma individual, con grado de exigencia profesional y sin injerencias de otras disciplinas. La elección del diseño de un protocolo compuesto estrictamente por técnicas de canto de música occidental —música tanto clásica como moderna— es también otra innovación de la investigación junto con la capacitación de la persona que dirige el experimento. El desempeño de la dirección del estudio y la aplicación de la intervención ha sido ejercida por una especialista en este tipo de enseñanza con más de 20 años de experiencia, casi la mitad de ellos ocupándose de la enseñanza a personas sin dotes naturales para el canto o, incluso, con diversos tipos de dificultad.

Otro de los aspectos realmente novedosos de la tesis y que tienen que ver con el diseño del protocolo de intervención, es que la exigencia técnica para el participante supone un grado de experto, profesional o excelencia. Se trata del único trabajo que menciona este aspecto. El nivel de exigencia es muy alto, similar al que se demanda en

un conservatorio. Asimismo es el único estudio que escoge escrupulosamente los ejercicios de canto más adecuados teniendo en cuenta la sintomatología de la enfermedad de Parkinson —la falta de fuerza muscular, de coordinación y precisión, de rango de movimiento— y buscando la óptima función de transferencia de las habilidades motoras.

La mayoría de investigaciones previas examina el efecto que tiene una determinada intervención en diferentes aspectos tanto de la enfermedad de Parkinson como de la presbifonía. Todos esos trabajos utilizan el canto grupal o solista como parte final de la intervención. Pero la primera parte de dicha intervención suele consistir en su mayoría, en ejercicios de logopedia —bien tradicional o bien mediante el método LSVT®—, de musicoterapia ejercicios de canto corales o combinaciones entre ambas. Solo existen dos estudios que aplican intervenciones de canto coral y otros tres de canto solista incluyendo el estudio piloto que se realiza previo a la presente tesis.

La fonética clínica se usa en este estudio como herramienta para fines analíticos lo que permite evaluar los resultados de manera objetiva, pero, también, y esto es importante, es el instrumento que apoya la elección de los ejercicios que forman parte del protocolo de la intervención. Los ejercicios que componen el protocolo se han seleccionado mediante el análisis a partir de las aportaciones de la fonética clínica en un experimento piloto previo. En dicho estudio piloto se descubrieron los ejercicios que resultan tener una mayor incidencia en la voz de los participantes y que avalan la viabilidad de este proyecto. La realización de un estudio piloto supone otro punto fuerte de esta tesis puesto que no existe ningún otro estudio que haya llevado a cabo un experimento piloto que se haya publicado y cuya metodología de sustento a una tesis. En la bibliografía examinada, solo existe un estudio que había realizado un experimento piloto previo, pero nunca se publicó y, además, la metodología que se empleó fue descartada para la tesis que se realizó con posterioridad.

Respecto a los rasgos analizados, la innovación de esta tesis, como se puede deducir, es que se trata del primer estudio que plantea un examen exclusivo de fonética clínica descartando cualquier otro tipo de análisis perceptual o psicológico como ocurre en la mayoría de los estudios previos. Se observa un conjunto no solo de rasgos estrictamente acústicos como son la frecuencia fundamental, el *jitter* y el *shimmer*, que son analizados también por algunos trabajos previos, sino que también se examinan rasgos que nunca han sido examinados con anterioridad como los biomecánicos —los desbalances de la masa y la tensión del cuerpo y la cubierta— y los temblores —el fisiológico, el neurológico, el *flutter* y el temblor global—.

Además, el programa informático utilizado —*BioMet®Phon*— es una herramienta muy eficaz para detectar y monitorizar trastornos fonatorios porque ofrece valores de normatividad máxima y mínima de cada rasgo. La valoración sobre la normatividad de las voces, aun sabiendo que se basa en las estimaciones del programa y que estos límites normativos podrían ser revisados y cambiados en investigaciones futuras, supone una completa innovación en estudios de este tipo porque ninguno de los estudios previos examina los rasgos de desbalance de la masa del cuerpo, desbalance de la tensión del cuerpo, desbalance de la masa de la cubierta, desbalance de la tensión de la cubierta, temblor fisiológico, temblor neurológico, *flutter* y temblor global. Así pues, la información proporcionada por el *BioMet®Phon*, desde el punto de vista de la fonética clínica, se convierte en un auténtico avance en el conocimiento no solo en el caso de las variaciones que se producen en las muestras previas y posteriores a la intervención de personas con y sin Parkinson sino que además añade una valoración similar para las voces presbifónicas inexistente en la bibliografía revisada.

De hecho, la utilización de la fonética clínica y del programa informático ha sido de gran utilidad en el diseño del protocolo de intervención. Se ha podido diseñar dicho protocolo con tanta precisión que ha mostrado mejores resultados en el grupo experimental —que es para el que estaba programado—, que para el grupo control.

La presente tesis utiliza técnicas metodológicas de investigación cualitativa, el fenómeno es observado caso a caso. La elección de realizar un estudio por casos es otra de las aportaciones de esta tesis, puesto que existe solo una tesis previa que utiliza el estudio por casos y en la que se examina a dos participantes masculinos y una femenina todos con Parkinson. La decisión de realizar un análisis cualitativo es porque, de esa forma, se distinguen mucho mejor las diferencias existentes entre las voces de hombres y de mujeres y su respuesta a la intervención.

Asimismo es una novedad la inclusión de un grupo de control en el estudio. Solo un trabajo previo sobre presbifonía incluye un grupo de control, aunque la diferencia es que dicho grupo de control no asiste a ningún tipo de sesión. El grupo de control en el caso de esta tesis está formado por personas presbifónicas que reciben el mismo protocolo que el grupo experimental y cuyas muestras se analizan con el mismo programa informático detallándose las diferencias con datos de normatividad que establece el programa. Así se proporciona una gran solidez a los resultados del estudio, puesto que permite contrastar los resultados mostrados por el grupo experimental con los del grupo de control.

Llama la atención que muchos de los trabajos que abordan esta cuestión son tesis doctorales, trabajos de fin de máster o estudios que no han sido publicados. Así pues, el presente trabajo es una buena aportación a la bibliografía sobre este tema. Si analizamos los estudios previos en general, sin tener en cuenta de si analizan rasgos fonéticos o cuestiones perceptuales, incluso aspectos psicológicos, y sin clasificar entre estudios sobre Parkinson o sobre presbifonía, desde 2019 se pueden encontrar dos artículos, una tesis y tres trabajos de fin de máster. Si se discrimina dentro de esta fecha aquellos trabajos que analizan rasgos acústicos, se encuentra un artículo y una tesis. Lo cual indica la necesidad de seguir investigando sobre esta cuestión.

Además, esta tesis constituye el primer y único trabajo realizado sobre el español centronorte peninsular. Solo existe un estudio previo que se realiza con hablantes de español, variedad portorriqueña, cuyas intervenciones se basan en la musicoterapia.

Por último, este trabajo es el único que culmina con una actividad como la de ofrecer conciertos a todos los participantes al concluir el experimento —tanto del grupo de Parkinson como del grupo control—. Se invita a todos ellos a intervenir como solistas en algunos conciertos con pianista y, posteriormente, por videoconferencias. Existen voluntarios que, además, se animan a realizar actividades musicales como las de cantar en público en ciertas ocasiones para los pacientes de la APM o en residencias geriátricas o, incluso, la grabación en estudio de una canción con temática relativa al Parkinson. Estos resultados ulteriores en la mejora de la calidad de vida de estas personas no tienen precedente en ningún otro trabajo.

Evidentemente, es necesario ser consciente de las limitaciones cuando se aborda un estudio de este tipo. La escasez de trabajos previos implica un reto por la carencia de información existente sobre los aspectos investigados en la que basarse. Sin embargo, también resulta muy positivo el hecho de que la mayoría de los asuntos tratados suponen conocimientos innovadores sobre los que otros equipos pueden continuar investigando en el futuro.

La limitación referida a las características propias de los participantes en el estudio es una de las más importante a las que esta tesis se enfrenta. Se observan grupos geriátricos y, en general, el análisis de un grupo de población de este tipo supone un desafío metodológico puesto que la pluripatología, las comorbilidades y la polifarmacia de los participantes pueden interferir de alguna manera en la calidad fonatoria. Debido a este motivo el número de participantes de este tipo de estudios suele ser, por un lado, escaso y, por otro lado, irregular en la asistencia a las sesiones cuando se mantienen a lo largo de mucho tiempo.

El grupo experimental ya parte de una condición en la que se encuentran polimedicados, por eso es necesario tener en cuenta que subyace una alta variabilidad inter e intrahablante en las personas con disartria hipocinética. Así pues el estudio por casos resulta muy útil para que las características derivadas de las enfermedades, de los medicamentos o de la disartria de cada participante no interfieran en los resultados de un conjunto. Además, precisamente la evaluación individual permite analizar con mayor exactitud el efecto que la intervención causa en el participante y qué parte de

los resultados obtenidos pueden deberse a la influencia de la pluripatología, de las comorbilidades, de la polifarmacia o de las variaciones del hablante en sí.

Se debe señalar que los grupos gerontológicos entrañan una alta probabilidad de deterioro de la salud debido al incremento en la edad. Los participantes del grupo experimental con Parkinson del presente estudio, de hecho, muestran deterioro a lo largo del tiempo que dura el estudio, a pesar de que no supera los dos años. En algunos casos, es tan importante que les ocasiona un cambio en el grado de afectación según la escala de Hoehn y Yahr. Esta circunstancia es bastante normal cuando cursa una enfermedad neurodegenerativa. Teniendo en cuenta que el agravamiento en este tipo de trastornos es la consecuencia previsible de la enfermedad, el simple mantenimiento de los resultados en el tiempo puede ser algo positivo y entrañar en sí mismo un avance de la intervención.

Debido a la anterior limitación y al tamaño muestral con que se cuenta en este trabajo, se considera más adecuado realizar un estudio por casos porque con pocos participantes no se pueden realizar generalizaciones. De esa forma, la variabilidad inter- e intrahablante que caracteriza a las personas con Parkinson puede observarse con mayor precisión. Solo existe con anterioridad una tesis en la que se examinan casos. Sin embargo, en dicha tesis solo participan tres personas con Parkinson y ningún grupo de control. También el grupo de control se analiza caso a caso. Es verdad que un número mayor de participantes ayudaría en la robustez de los resultados, pero, de nuevo, las propias características de la enfermedad hacen que resulte difícil encontrar voluntarios que se puedan comprometer a lo largo del tiempo en un estudio.

Otra de las limitaciones concierne al tiempo experimental y a la cantidad de horas dedicadas a la intervención. Ambos elementos resultan ser muy heterogéneos en la bibliografía, pero se decide tomar la decisión de que los participantes asistan a un mínimo de 8 sesiones a razón de una hora cada sesión teniendo en cuenta los estudios previos que analizan rasgos acústicos y cuya intervención ofrece resultados con significación estadística. En este sentido, en los trabajos de musicoterapia relacionados con participantes con Parkinson se solicitan de 5 a 9 horas mientras que en estudios de musicoterapia y con participantes presbifónicos, se pide un mínimo de 16 horas en total. Teniendo en cuenta que el estado de salud de los participantes de Parkinson es

muy frágil y que un estudio logopédico con método LSVT® sobre población de Parkinson y con resultados significativos sobre la intensidad establece el mínimo en 8 horas para este tipo de participantes, se decide fijar en 8 horas de duración el compromiso de asistencia de los participantes. No obstante, no se fija número máximo de horas de asistencia. Solo un participante del grupo de control asiste a 8 sesiones y una participante de Parkinson a 9. El resto de participantes oscila entre 10 y 33 sesiones. Por ello, determinar un número máximo de sesiones es una limitación que tiene que ser abordada en estudios posteriores.

Un alto número de rasgos presenta una gran mejoría tras la intervención, sin embargo, en la mayoría de ellos dicha mejora no resulta ser estadísticamente significativa a pesar de que el comportamiento de la dispersión de los datos también mejora para casi todos los rasgos de los participantes —tanto del grupo experimental como del grupo control—tras la intervención. Todo lo expuesto induce a reflexionar si es posible que, quizás con algunas sesiones más, se hubiera obtenido un impacto mayor en la mejora de estas voces. Pero también supone que, ante una enfermedad neurodegenerativa como lo es el Parkinson, o ante un estado que empeora con el envejecimiento como es la presbifonía, se puede considerar un éxito que los resultados se mantengan y no empeoren, aunque dichos resultados no alcancen significación estadística. En los dos años de duración del estudio, el grado de afectación de los participantes del grupo experimental varía. Algunos de ellos sufren deterioros muy importantes. Sin embargo, esto no se ve reflejado en los datos vocales. Así pues, el simple mantenimiento de los resultados, puede ser un resultado positivo en sí mismo.

Ciertos rasgos de algunos participantes no presentan ningún tipo de variación. Los valores antes y después de la intervención son idénticos. Ocurre con más frecuencia entre los participantes del grupo de control. Este resultado puede suponer un hallazgo muy interesante puesto que el protocolo se diseña específicamente para las personas con una afección neurodegenerativa y el grupo de control está compuesto de participantes sin alteración neurológica diagnosticada, pero no normotípicos sino afectados por presbifonía. En estos casos en los que no hay variación se puede presuponer que el participante no mejora pero tampoco empeora.

Teniendo en cuenta que tanto el Parkinson como la presbifonía son problemas que se agravan a medida que pasa el tiempo, puede ser un logro importante el no empeoramiento o, incluso, la paralización del problema.

El presente estudio se guía ante todo por un espíritu interdisciplinar y lo inspira un sentido eminentemente social y solidario. Su fin es intentar contribuir a la mejora de la calidad de vida de las personas aquejadas de Parkinson que sufren de aislamiento social debido a la merma de sus capacidades comunicativas. Este deterioro les ocasiona un notable grado de incomunicación que les afecta incluso en el ámbito de su propio núcleo familiar. Se ha constatado de manera subjetiva la mejora comunicativa con su entorno social y familiar. Pero no solo para el grupo con Parkinson, sino también, para el grupo con presbifonía. De forma anecdótica, todos los participantes sin excepción mencionan que pueden interactuar de nuevo de manera normal con sus amigos, familia o, incluso, en una reunión de vecinos; asimismo, pueden hablar por teléfono con la intensidad y la inteligibilidad necesarias para ello, o se animan a salir de casa y realizar actividades corales en centros de su vecindad. Otras mejoras relatadas por todos los participantes se refieren a la deglución, a las habilidades motoras, a la capacidad respiratoria, a la expulsión de secreciones pulmonares, al tránsito intestinal, a la estabilidad del paso, a la intensidad de los temblores, a la expresión facial, a la movilidad, al nivel de fatiga o, incluso, a mejoras cognitivas y psicológicas. Y esta información es muy relevante puesto que conecta con la mejora de la calidad de vida que se pretende como objetivo último de este estudio y que, incluso, llegan a percibir los voluntarios y sus allegados.

Las experiencias que narran los participantes pueden convertirse en futuras líneas de investigación. Por ejemplo, sería interesante explorar por qué algunos participantes con muy malos resultados tras la intervención encuentran esas mejoras vocales y comunicativas e, incluso, se animan a cantar piezas de zarzuela a toda voz por los pasillos de la asociación. Sería un interesantísimo proyecto futuro, la exploración de otros rasgos fonatorios no abordados en esta tesis.



También se derivan de este estudio muchas preguntas que pueden convertirse en nuevos proyectos. Uno de ellos, de tipo longitudinal, podría ser la investigación de lo que sucede con un mayor número de sesiones. Así se podría, incluso establecer en qué momento se producen cambios para tratar de fijar un número recomendable de sesiones. Asimismo, sería recomendable contar con un mayor número de participantes para otorgar solidez a los resultados obtenidos.

Evidentemente, como dentro de ambos grupos se observan diferentes trastornos concomitantes, esos datos pueden resultar útiles para realizar un análisis del desarrollo de la pluripatología. Por eso, podría ser interesante indagar con más profundidad en un futuro en estos aspectos.

La fonética clínica ha resultado ser una herramienta muy valiosa, no solo para describir los rasgos analizados sino, también, para elegir los ejercicios más adecuados mediante la monitorización de los cambios que se producen. Tradicionalmente, los profesores de canto acostumbran a corregir subjetivamente según lo que perciben, pero parten de voces jóvenes, normotípicas y con dotes innatas para la música y el canto. La monitorización con herramientas de fonética clínica apoya al profesor de canto interesado en ayudar a estos colectivos a entender qué es lo que está ocurriendo desde un punto de vista fonatorio. De esta forma, se desprende un futuro trabajo de investigación para crear protocolos adaptados a diferentes problemas. Una vez se tengan esos protocolos, otra posibilidad futura sería de tipo pedagógico, es decir, formar a profesores que deseen dedicarse esta clase de enseñanza. Asimismo, sería muy interesante seguir con esta interacción para otro tipo de enfermedades o trastornos, monitorizando y diseñando protocolos de actuación específicos.

Esta tesis abre el camino para colaboraciones interdisciplinares para que otro tipo de investigadores puedan aportar su opinión sobre los diferentes cambios de tipo físico, neurológico, neuroquímico, psicológico, emocional y social que se pueden producir dependiendo del tipo de práctica de canto —coral o individual—, del grado de exigencia o el tipo de estilo musical por el que se opte.

La presente investigación ha permitido profundizar en el uso del canto como forma de mejorar la fonación tanto en personas con Parkinson como en personas con presbifonía. El canto podría ser una interesante herramienta que ayude a la neurorrehabilitación. Se necesitarían de muchos más estudios, pero, dado su potencial, se podría establecer su uso en las unidades de rehabilitación de las enfermedades neurodegenerativas. Los resultados esperanzadores obtenidos en este estudio podrían animar a que se aplicaran protocolos similares en otras enfermedades neurodegenerativas que pueden ocasionar alteraciones lingüísticas de diversos tipos como ocurre con el Alzheimer, la demencia de Lewy, la enfermedad de Huntington o la esclerosis lateral amiotrófica. Es una gran satisfacción el haber podido completarse un estudio de esta índole, con grupos tan complicados metodológicamente pero, al mismo tiempo, tan necesitados de ayuda. Las perspectivas futuras son magníficas porque se abren nuevas vías para seguir profundizando en este aspecto tan desconocido como estimulante del uso de la enseñanza de canto que permitirán ayudar a otros colectivos y también formar profesores interesados en ayudar a colectivos que sufren de la incompreensión de sus semejantes y de aislamiento y soledad y los estados anímicos que todo eso supone.

## 7. Referencias bibliográficas

- Abaza, M. M., Levy, S., Hawkshaw, M. J. y Sataloff, R. T. (2007). Effects of medications on the voice. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 40(5), 1081-1090. DOI: 10.1016/j.otc.2007.05.010
- Abitbol, J., Abitbol, P. y Abitbol, B. (1999). Sex hormones and the female voice. *Journal of voice*, 13(3), 424-446. DOI: 10.1016/s0892-1997(99)80048-4
- Akanuma, K., Meguro, K., Satoh, M., Tashiro, M. e Itoh, M. (2015). Singing can improve speech function in aphasics associated with intact right basal ganglia and preserve right temporal glucose metabolism: Implications for singing therapy indication. *International Journal of Neuroscience*, 126(1), 39-45. DOI: 10.3109/00207454.2014.992068
- Al-Maqqari, A. I. M. (1840). *The history of the mohammedan dynasties in Spain*, 2. P. de Gayangos (traducción). Londres: Oriental Translation Fund of Great Britain and Ireland.
- Albert, M. L., Sparks, R. W. y Helm, N. A. (1973). Melodic intonation therapy for aphasia. *Archives of Neurology*, 29(2), 130-131. DOI: 10.1001/archneur.1973.00490260074018
- Albouy, P., Benjamin, L., Morillon, B. y Zatorre, R. J. (2020). Distinct sensitivity to spectrotemporal modulation supports brain asymmetry for speech and melody. *Science*, 367(6481), 1043-1047. DOI: <http://doi.org/10.1126/science.aaz3468>
- Alonso, J. B., Díaz-de-María, F., Travieso, C. M. y Ferrer, M. A. (2005). Using nonlinear features for voice disorder detection. En *ISCA tutorial and research workshop (ITRW) on non-linear speech processing (NOLISP 05)*, Barcelona.
- Altenmüller, E. y Furuya, S. (2018). Brain Changes Associated with Acquisition of Musical Expertise. En K. A. Ericsson, R. R. Hoffman, A. Kozbelt y A. M. Williams (eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*, 1480-1542. Cambridge: Cambridge University Press.

- Altenmüller, E., Furuya, S., Scholz, D. S. y Ioannou, C. I. (2019). Brain Research in Music Performance. En D. Hodges y M. Thaut (eds.), *The Oxford handbook of music and the brain*. Oxford: Oxford University Press. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780198804123.013.19
- Álvarez-Santullano, M. M., Ramos, R. G. y Sebastián, A. R. (2019). Identificación y manejo de las complicaciones motoras refractarias. En J. M. Arbelo-González (ed.), *Guías diagnósticas y terapéuticas de la Sociedad Española de Neurología, 4*, 199-218, *Guía oficial de recomendaciones clínicas en la enfermedad de Parkinson*. Madrid: Sociedad Española de Neurología.
- American Music Therapy Association (2022). What is Music Therapy? Recuperado de <https://www.musictherapy.org/faq/#267> el 1 de abril de 2022.
- Ang, K., Maddocks, M., Xu, H. y Higginson, I. J. (2017). The effectiveness of singing or playing a wind instrument in improving respiratory function in patients with long-term neurological conditions: a systematic review. *The Journal of Music Therapy, 54*(1), 108-131. DOI: 10.1093/jmt/thx001
- Anónimo (1789). Music physically considered. En *The Columbian Magazine, 3*(2), 90-93. Philadelphia: Trenchard.
- Artieda, J. y Valls-Solé, J. (2006). Neurofisiología de la enfermedad de Parkinson. En F. Micheli (ed.), *Enfermedad de Parkinson y trastornos relacionados*, 85-106 (2ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Aura, M., Geneid, A., Bjørkøy, K., Rantanen, M. y Laukkanen, A. M. (2019). The nasal musculature as a control panel for singing—Why classical singers use a special facial expression?. *Journal of Voice, 33*(4), 510-515. DOI: 10.1016/j.jvoice.2017.12.016
- Aura, M., Geneid, A., Bjørkøy, K., Rantanen, M. y Laukkanen, A. M. (2020). A nasoendoscopic study of “head resonance” and “impostor” in classical singing. *Journal of Voice*. DOI: 10.1016/j.jvoice.2020.04.013
- Austin, S. F. (1997). Movement of the velum during speech and singing in classically trained singers. *Journal of Voice, 11*(2), 212–221. DOI:10.1016/S0892-1997(97)80080-X

- Azekawa, M. (2011). *Effect of group vocal and singing exercises for vocal and speech deficits in individuals with Parkinson's disease: a pilot study*. Trabajo de fin de máster. Colorado: Colorado State University.
- Azekawa, M. y Lagasse, A. B. (2017). Singing exercises for speech and vocal abilities in individuals with hypokinetic dysarthria: A feasibility study. *Music Therapy Perspectives, 36*(1), 40-49. DOI: 10.1093/mtp/miw042
- Baken, R. J. (2005). An overview of laryngeal function for voice production. En R. T. Sataloff (ed.). *Voice science*, 169-190 (2ª ed.). San Diego: Plural Publishing Inc.
- Baken, R. J. y Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego: Singular Publishing.
- Balestrino, R. y Schapira, A. H. (2019). Parkinson disease. *European Journal of Neurology, 27*(1), 27-42. DOI: 10.1111/ene.14108
- Barber, J. (2022). Managing respiratory dysfunction in people with multiple sclerosis. *British Journal of Neuroscience Nursing, 18*(Sup1), S8-S10. DOI: 10.12968/bjnn.2022.18.Sup1.S8
- Batalla, F. N. y Nieto, C. S. (1999). *Espectrografía clínica de la voz*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Batalla, F. N. (2008). Función fonatoria. En C. S. Suárez-Nieto, L. M. Gil-Garcedo, J. E. Medina, J. M. Algarra, P. O. del Álamo y J. Trinidad-Pinedo (eds.), *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, 3*, 2503-2518 (2ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Bauzá, G. J., Barberán, M. T. y Morera-Sendra, E. (2007). Disfagia orofaríngea. En C. S. Suárez-Nieto, L. M. Gil-Garcedo, J. E. Medina, J. M. Algarra, P. O. del Álamo y J. Trinidad-Pinedo (eds.), *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, 3*, 2721-2741 (2ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Beck, R. J., Cesario, T. C., Yousefi, A. y Enamoto, H. (2000). Choral singing, performance perception, and immune system changes in salivary immunoglobulin A and cortisol. *Music perception, 18*(1), 87-106. DOI: 10.2307/40285902

- Beck, R. J., Gottfried, T. L., Hall, D. J., Cisler, C. A. y Bozeman, K. W. (2006). Supporting the health of college solo singers: The relationship of positive emotions and stress to changes in salivary IgA and cortisol during singing. *Journal for Learning through the Arts*, 2(1), 19. DOI: 10.21977/D92110079
- Behrman, A. (2006). Facilitating behavioral change in voice therapy: the relevance of motivational interviewing. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 15(3), 215-225. DOI: 10.1044/1058-0360(2006/020)
- Benaiges, I. C. y Farret, C. A. (2007). Papel de la logopedia en el tratamiento de la disartria y la disfagia en la enfermedad de Parkinson. *Neurología Suplemento*, 3(7), 30-33.
- Benito-León J. (2018). Epidemiología de la enfermedad de Parkinson en España y su contextualización mundial. *Revista de Neurología*, 66(4), 125-134. DOI: 10.33588/rn.6604.2017440
- Berger, E. H., Royster, L. H., Royster, J. D., Driscoll, D. P. y Layne M. (2003). *The Noise Manual*, (5ª ed.) Fairfax: American Industrial Hygiene Association.
- Besson, M., Faita, F., Peretz, I., Bonnel, A. M. y Requin, J. (1998). Singing in the brain: Independence of lyrics and tunes. *Psychological Science*, 9(6), 494-498. DOI: 10.1111/1467-9280.00091
- Biemans, M., 2000. *Gender Variation in Voice Quality*. Utrecht: Landelijke Onderzoekschool Taalwetenschap (LOT, Utrecht University).
- Bloem-Hubatka, D. (2014). *The old Italian school of singing: A theoretical and practical guide*. Jefferson: McFarland & Company.
- Bonet-Agustí, M. (2007). Alteraciones de la palabra, el lenguaje y su rehabilitación. En C. S. Suárez-Nieto, L. M. Gil-Garcedo, J. E. Medina, J. M. Algarra, P. O. del Álamo y J. Trinidad-Pinedo (eds.), *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 1 319-329 (2ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Bonilha, A. G., Onofre, F., Vieira, M. L., Prado, M. Y. y Martinez, J. A. (2009). Effects of singing classes on pulmonary function and quality of life of COPD patients. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 4(1), 1-8.

- Bottalico, P., Graetzer, S. y Hunter, E. J. (2016). Effect of training and level of external auditory feedback on the singing voice: volume and quality. *Journal of Voice*, 30(4), 434-442. DOI:10.1016/j.jvoice.2015.05.010
- Bowes, P. L. (2009). *An Exploratory Study of the Use of Imagery by Vocal Professionals: Applications of a Sport Psychology Framework*. Tesis doctoral. Tampa: University of South Florida.
- Bowling, D. L., Gahr, J., Ancochea, P. G., Hoeschele, M., Canoine, V., Fusani, L. y Fitch, W. T. (2022). Endogenous oxytocin, cortisol, and testosterone in response to group singing. *Hormones and behavior*, 139. DOI: 10.1016/j.yhbeh.2021.105105
- Brown, W. S., Hunt, E. y Williams, W. N. (1988). Physiological differences between the trained and untrained speaking and singing voice. *Journal of voice*, 2(2), 102-110. DOI: 10.1016/S0892-1997(88)80065-1
- Brown, W. S., Morris, R. J. y Michel, J. F. (1989). Vocal jitter in young adult and aged female voices. *Journal of Voice*, 3(2), 113–119. DOI: 10.1016/S0892-1997(89)80137-7
- Brown, W. S., Morris, R. J. y Michel, J. F. (1990). Vocal jitter and fundamental frequency characteristics in aged, female professional singers. *Journal of Voice*, 4(2), 135–141. DOI: 10.1016/S0892-1997(05)80138-9
- Brown, W. S., Morris, R. J., Hollien, H. y Howell, E. (1991). Speaking fundamental frequency characteristics as a function of age and professional singing. *Journal of Voice*, 5(4), 310–315. DOI: 10.1016/S0892-1997(05)80061-X
- Bruzzi, C., Salsi, D., Minghetti, D., Negri, M., Casolino, D. y Sessa, M. (2017). Presbyphonia. *Acta Bio Medica Atenei Parmensis*, 88(1), 6-10. DOI: 10.23750/abm.v88i1.5266
- Byeon, H. (2021). Comparing ensemble-based machine learning classifiers developed for distinguishing hypokinetic dysarthria from presbyphonia. *Applied Sciences*, 11(5), 2235. DOI: 10.3390/app11052235
- Cahalan, R., Green, J., Meade, C. y Griffin, A. (2021). “SingStrong”: Singing for better lung health in COPD – A pilot study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 1-9. DOI: 10.1080/09593985.2021.1907825

- Cahalan, R. M., Meade, C. y Mockler, S. (2022). SingStrong—A singing and breathing retraining intervention for respiratory and other common symptoms of long COVID: A pilot study. *Canadian Journal of Respiratory Therapy: CJRT= Revue Canadienne de la Thérapie Respiratoire: RCTR*, 58, 20. DOI: 10.29390/cjrt-2021-074
- Callan, D. E., Tsytsarev, V., Hanakawa, T., Callan, A. M., Katsuhara, M., Fukuyama, H. y Turner, R. (2006). Song and speech: brain regions involved with perception and covert production. *Neuroimage*, 31(3), 1327-1342. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2006.01.036
- Callinan-Robertson, J., Mitchell, H. F. y Kenny, D. T. (2006). Effect of pedagogical imagery of 'halo' on vocal quality in young classical female singers. *Australian Voice*, 12(1), 39-52.
- Cano-de-la-Cuerda, R., Molero-Sánchez, A., Carratalá-Tejada, M., Alguacil-Diego, I. M., Molina-Rueda, F., Miangolarra-Page, J. C. y Torricelli, D. (2015). Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. *Neurología*, 30(1), 32-41. DOI: 10.1016/j.nrl.2011.12.010
- Carcavilla, N., Meilán, J. J. G., Carro, J., Ivanova, O. y Arana, J. M. (2017). Progressive Music Activation Enhances Selective Attention in Healthy Older Adults and Alzheimer's Disease Patients. *JSM Alzheimer's Dis Related Dementia* 4(1), 1034.
- Cardinali, D. P. (2007). *Neurociencia aplicada: sus fundamentos*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Carrillo-García, F. (2019). Enfermedad de Parkinson y parkinsonismos. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 12(73), 4273-4284. DOI: 10.1016/j.med.2019.03.002
- Carroll, D. (1996). A study of the effectiveness of an adaptation of melodic intonation therapy in increasing the communicative speech of young children with Down syndrome. Trabajo de fin de máster. Montreal: McGill University.
- Case, A. (2016). The vocal microphone: Technology and practice. *Physics Today* 69(3), 74. DOI: 10.1063/PT.3.3116



- Castellengo, M., Lamesch, S. y Henrich, N. (2007). Vocal registers and laryngeal mechanisms, a case study: The french «voix mixte». *Proceedings of the 9th International Congress on Acoustics, Madrid*.
- Catford, J. C. (1964). Phonation types: The classification of some laryngeal components of speech production. En D. Abercrombie, D. B. Fry, P. A. D. MacCarthy, N. C. Scott y J. L. L. Trim (eds.), *In honour of Daniel Jones*, 26-37. Londres: Longman.
- Cavallieri, F., Budriesi, C., Gessani, A., Contardi, S., Fioravanti, V., Menozzi, E., Pinto, S., Moro, E., Valzania, F. y Antonelli, F. (2021). Dopaminergic treatment effects on dysarthric speech: acoustic analysis in a cohort of patients with advanced Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology*, 11, 1954. DOI: 10.3389/fneur.2020.616062
- Cervera, J. y Núñez, F. (2013). Estructura histológica de la cuerda vocal. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 47-54. Barcelona: Marge Medica Books.
- Chalabe, M., Fichera, Y., Rodríguez, I. y Abin, E. (2015). Protocolo de evaluación y tratamiento grupal en pacientes con presbilaringe. *Revista FASO*, 22(3), 51-61.
- Chan, R. W., Siegmund, T. y Zhang, K. (2009). Biomechanics of fundamental frequency regulation: Constitutive modeling of the vocal fold lamina propria. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 34(4), 181-189. DOI: 10.3109/14015430902913501
- Chanda, M. L. y Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in cognitive sciences*, 17(4), 179-193. DOI: 10.1016/j.tics.2013.02.007.
- Chatterjee, D., Hegde, S. y Thaut, M. (2021). Neural plasticity: The substratum of music-based interventions in neurorehabilitation. *NeuroRehabilitation*, (Preprint), 1-12. DOI:10.3233/NRE-208011
- Chapman, J. L. (2016). *Singing and teaching singing: A holistic approach to classical voice*, (3ª ed.). San Diego: Plural Publishing.
- Chen, Y., Zhu, G., Liu, D., Liu, Y., Yuan, T., Zhang, X., Jiang, Y., Du, T. y Zhang, J. (2020). Brain morphological changes in hypokinetic dysarthria of Parkinson's disease and use of machine learning to predict severity. *CNS neuroscience & therapeutics*, 26(7), 711-719. DOI: 10.1111/cns.13304

- Chenausky, K. V., Norton, A. y Schlaug, G. (2016). Effect of auditory-motor mapping training and speech repetition training on consonant and vowel accuracy in minimally verbal children with autism spectrum disorder. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(4), 2046-2046. DOI: 10.1121/1.4950054
- Chiaramonte, R. y Bonfiglio, M. (2020). Acoustic analysis of voice in Parkinson's disease: a systematic review of voice disability and meta-analysis of studies. *Revista de neurologia*, 70(11), 393-405. DOI: 10.33588/rn.7011.2019414
- Chuquilín-Arista, F., Álvarez-Avellón, T. y Menéndez-González, M. (2019). Prevalence of depression and anxiety in Parkinson disease and impact on quality of life: a community-based study in Spain. *Journal of geriatric psychiatry and neurology*, 33(4), 207-213. DOI: 10.1177/0891988719874130
- Clements-Cortés, A. (2015). Clinical effects of choral singing for older adults. *Music and Medicine*, 7(4), 7-12. DOI: 10.47513/mmd.v7i4.437
- Cobeta, I., Peinado, A. L. y García-López, I. (2008). Evaluación clínica de la fonación. Laboratorio de voz. En C. S. Suárez-Nieto, L. M. Gil-Garcedo, J. E. Medina, J. M. Algarra, P. O. del Álamo y J. Trinidad-Pinedo (eds.), *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 3, 2545-2568 (2ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Cobeta, I. y Núñez, F. (2013). Análisis de la señal acústica. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 188-198. Barcelona: Marge Medica Books.
- Cobeta, I., Núñez, F. y Fernández, S. (2013). Voz normal y clasificación de las disfonías. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 237-241. Barcelona: Marge Medica Books.
- Cobeta, I. y Mora, E. (2013). Fisiología de la voz cantada . En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 516-524. Barcelona: Marge Medica Books.
- Cohen, A. J., Levitin, D. J. y Kleber, B. A. (2020). Brain mechanisms underlying singing. En F. A. Russo, B. Ilari, A. J. Cohen (eds.), *The Routledge Companion to Interdisciplinary Studies in Singing*, 1, 79-96. Nueva York: Routledge. DOI: 10.4324/9781315163734-6

- Cohen, N. (1991). The effect of singing instruction upon the speech production of neurologically impaired persons. Tesis doctoral. Lawrence: Universidad de Kansas.
- Cohen, N. S. (1992). The effect of singing instruction on the speech production of neurologically impaired persons. *Journal of Music therapy*, 29(2), 87-102. DOI: 10.1093/jmt/29.2.102
- Cohen, N. S. y Masse, R. (1993). The application of singing and rhythmic instruction as a therapeutic intervention for persons with neurogenic communication disorders. *Journal of Music Therapy*, 30(2), 81-99. DOI: 10.1093/jmt/30.2.81
- Cohen, N. S. (1994). Speech and song: Implications for therapy. *Music Therapy Perspectives*, 12(1), 8-14. DOI: 10.1093/mtp/12.1.8
- Coleman, R. F. y Hicks, D. M. (1978). Singer's compensation for varying loudness levels of musical accompaniment. En *Transcripts of the seventh symposium: care of the professional voice, part I: The scientific papers*. New York: The Voice Foundation, 80-91.
- Coll, R. (2013a). Valoración logopédica del paciente disfónico. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 135-145. Barcelona: Marge Medica Books.
- Coll, R. (2013b). Higiene vocal. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 483-487. Barcelona: Marge Medica Books.
- Coll, R. (2013c). Tratamiento logopédico. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 457-482. Barcelona: Marge Medica Books.
- Colton, R. H., Casper, J. K. y Leonard, R. (2006). *Understanding voice problems: A physiological perspective for diagnosis and treatment* (3ª ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Connaghan, K. P., Fisk, D. y Patel, R. (2021). The Impact of Musical Training on Understanding Dysarthric Speech: A Preliminary Study of Transcription Errors. *Communication Disorders Quarterly*, 42(2), 73-80. DOI: 10.1177/1525740119886541

- Crocco, L., McCabe, P. y Madill, C. (2020). Principles of Motor Learning in Classical Singing Teaching. *Journal of Voice*, 34(4), 567-581. DOI: 10.1016/j.jvoice.2018.12.019
- Christiansen, L., Larsen, M. N., Madsen, M. J., Grey, M. J., Nielsen, J. B. y Lundbye-Jensen, J. (2020). Long-term motor skill training with individually adjusted progressive difficulty enhances learning and promotes corticospinal plasticity. *Scientific reports*, 10(1), 1-15. DOI: 10.1038/s41598-020-72139-8
- Crystal, D. (2013). Clinical linguistics. En G. E. Arnold, F. Winckel, B. D. Wyke (eds.), *Disorders of Human Communication*, 3. Nueva York: Springer-Verlag Wien GmbH.
- Darley, F. L., Aronson, A. E. y Brown, J. R. (1969). Differential diagnostic patterns of dysarthria. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 12(2), 246-269. DOI: 10.1044/jshr.1202.246
- Dartigues, J. F. (2005). Methodological problems in clinical and epidemiological research on ageing. *Revue d'épidémiologie et de Santé Publique*, 53(3), 243-249. DOI: 10.1016/s0398-7620(05)84601-2.
- Darwin, Ch. (1889). *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*. Nueva York: Appleton and Company.
- Dashtipour, K., Tafreshi, A., Lee, J. y Crawley, B. (2018). Speech disorders in Parkinson's disease: pathophysiology, medical management and surgical approaches. *Neurodegenerative disease management*, 8(5), 337-348. DOI: 10.2217/nmt-2018-0021
- Dassa, A. y Amir, D. (2021). The impact of singing on the language abilities of people with moderate to severe-stage Alzheimer's disease. *Music and Medicine*, 13(3), 174-183. DOI: 10.47513/mmd.v13i3.817
- Davis, W. B., Gfeller, K. E. y Thaut, M. H. (2008). *An introduction to music therapy: Theory and practice*. Silver Spring: American Music Therapy Association.
- Day, S., Goldstone, R. L. y Hills, T. (2010). The effects of similarity and individual differences on comparison and transfer. En S. Ohlsson y R. Catrambone (eds.) *Proceedings of the 32<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1, 465-470. Nueva York: Curran Associates Inc.

- Degens, H. (2019). Human Ageing: impact on muscle force and power In J. A. Zoladz, *Muscle and exercise physiology*, 423-432. Londres: Academic press publication.
- Delgado, J. e Izquierdo, L. M. (2016). Eficacia de la rehabilitación de la voz en etapas tempranas de la Enfermedad de Parkinson. *Revista Discapacidad Clínica Neurociencias*, 3(1), 42-47.
- del Rey, N. L. G., Blesa, J. y Obeso, J. A. (2021). Factores determinantes de vulnerabilidad neuronal en enfermedad de parkinson. *Anales de la Real Academia Nacional del Medicina de España*, 114-123. DOI: 10.32440/ar.2021.138.02
- Desjardins, M. y Bonilha, H. S. (2019). The impact of respiratory exercises on voice outcomes: a systematic review of the literature. *Journal of Voice*, 34(4), 648-e1. DOI: 10.1016/j.jvoice.2019.01.011
- Di Benedetto, P., Cavazzon, M., Mondolo, F., Rugiu, G., Peratoner, A. y Biasutti, E. (2009). Voice and choral singing treatment: A new approach for speech and voice disorders in Parkinson's disease. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 45(1), 13-19.
- Distefano, G. y Goodpaster, B. H. (2017). Effects of exercise and aging on skeletal muscle. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 8(3), a029785. DOI: 10.1101/cshperspect.a029785
- Drake, R. L., Vogl, W., Mitchell, A. W. M. (2005). *Gray: Anatomía para estudiantes*. Madrid: Elsevier.
- Dromey, C. y Smith, M. E. (2008). Vocal tremor and vibrato in the same person: acoustic and electromyographic differences. *Journal of Voice*, 22(5), 541-545. DOI: 10.1016/j.jvoice.2006.12.001
- Duarte, M. J. P. y Rosso, R. E. (2020). Alteraciones lingüísticas en la enfermedad de Parkinson. Aproximación estadística a un estudio con variantes. *Pragmalingüística*, (2), 272-286. DOI: 10.25267/Pragmalinguistica.2020.iextra2.16

- Duffy, J. R. (2000). Motor speech disorders: clues to neurologic diagnosis. En C. H. Adler y J. E. Ahlskog (eds.) *Parkinson's Disease and Movement Disorders: Diagnosis and Treatment guidelines for the practicing physician*, 35-53. Nueva Jersey: Humana Press
- Edwards, W. H. (2010). *Motor learning and control: From theory to practice*. Belmont: Cengage Learning.
- Edwards, J. y Harris, K. S. (1990). Rotation and translation of the jaw during speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 33(3), 550-562. DOI: 10.1044/jshr.3303.550.
- Eichhorn, J. T., Kent, R. D., Austin, D. y Vorperian, H. K. (2017). Effects of aging on vocal fundamental frequency and vowel formants in men and women. *Journal of Voice*, 32(5), 644-e1. DOI: 10.1016/j.jvoice.2017.08.003
- Elble, R. J. (2017). Tremor. En J. Cummings y B. Tousi, (eds.), *Neuro-Geriatrics: A Clinical Manual*, 311-326. Cham: Springer International Publishing.
- Elefant, C., Baker, F. A., Lotan, M., Lagesen, S. K. y Skeie, G. O. (2012). The effect of group music therapy on mood, speech, and singing in individuals with Parkinson's disease. A feasibility study. *Journal of music therapy*, 49(3), 278-302. DOI: 10.1093/jmt/49.3.278
- Elson, L.C. (1897) Music in its relation to health. En *The Etude*, 15(1), 12. Philadelphia: Theodore Presser Company.
- English National Orchestra (2021). What is ENO breathe? Recuperado de <https://www.eno.org/eno-breathe/> el 10 de abril de 2022.
- Ericsson, K. A., Prietula, M. J. y Cokely, E. T. (2007). The making of an expert. *Harvard business review*, 85(7-8), 114-21.
- Esling, J. H. (2005). There Are No Back Vowels: The Larygeal Articulator Model. *Canadian Journal of Linguistics: La revue canadienne de linguistique*, 50(1-4), 13-44. DOI: 10.1353/cjl.2007.0007
- Evans, C., Canavan, M., Foy, C., Langford, R. y Proctor, R. (2012). Can group singing provide effective speech therapy for people with Parkinson's disease?. *Arts & Health*, 4(1), 83-95. DOI: 10.1080/17533015.2011.584883

- Falk, S., Maslow, E., Thum, G. y Hoole, P. (2016). Temporal variability in sung productions of adolescents who stutter. *Journal of communication disorders*, 62, 101-114. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2016.05.012
- Falk, S., Schreier, R. y Russo, F. A. (2020). Singing and Stuttering. En R. Heydon, D. Fancourt y A. J. Cohen (eds.), *The Routledge Companion to Interdisciplinary Studies in Singing*, 3 50-60. Nueva York: Routledge. DOI: 10.4324/9781315162546-4
- Fancourt, D., Williamon, A., Carvalho, L. A., Steptoe, A., Dow, R. y Lewis, I. (2016). Singing modulates mood, stress, cortisol, cytokine and neuropeptide activity in cancer patients and carers. *Ecancermedicalscience*, 10. DOI: 10.3332/ecancer.2016.631
- Fernández, S., Cobeta, I. y Vaca, M. (2013). Presbifonía. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 305-312. Barcelona: Marge Medica Books.
- Fernández, M., Gatto, E. y Halfon, M. (2006). Bioquímica de los ganglios basales. En F. Micheli (ed.), *Enfermedad de Parkinson y trastornos relacionados*, 47-73. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. (2ª ed.). Londres: Sage Publications.
- Filippa, M., Nardelli, M., Della Casa, E., Berardi, A., Picciolini, O., Meloni, S., Lunardi, C., Cecchi, A., Sansavini, A., Corvaglia, L., Scilingo, E. P., Ferrari, F. y EVC Group. (2022). Maternal singing but not speech enhances vagal activity in preterm infants during hospitalization: Preliminary Results. *Children*, 9(2), 140. DOI: 10.3390/children9020140
- Fisher, J., Kayes, G. y Popeil, L. (2014). Pedagogy of different sung genres. In *The Oxford handbook of singing*. Oxford: Oxford University Press. DOI:10.1093/oxfordhb/9780199660773.013.005
- Fiuza, M<sup>a</sup>. J. y Mayán, J. M. (2005). *¿Qué es el Parkinson? Guía del tratamiento para el lenguaje, el habla y la voz*. Madrid: Pirámide.

- Fogg-Rogers, L., Buetow, S., Talmage, A., McCann, C. M., Leão, S. H. S., Tippett, L., Leung, J., McPherson, K. M. y Purdy, S. C. (2015). Choral singing therapy following stroke or Parkinson's disease: an exploration of participants' experiences. *Disability and rehabilitation*, 38(10), 952-962. DOI: 10.3109/09638288.2015.1068875
- Folomieieva, N. A. (2020). Mastering vocal-performing techniques by students in a pop singing class. *Publishing House "Baltija Publishing"*. DOI: 10.30525/978-9934-26-004-9-96
- Friedrich, G. y Hammer, G. P. (2016). Gross anatomy of the larynx. En R. T. Sataloff y B. Benninger (eds.), *Sataloff's comprehensive textbook of otolaryngology. Head and neck surgery - Laryngology*, 4. Nueva Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers.
- Funderburke, S. K. (2012). *Effects of interdisciplinary choral singing therapy on the voice and swallowing function of individuals with parkinson's disease*. Trabajo fin de máster. Gainesville: Universidad de Florida.
- Galinha, I. C., Fernandes, H. M., Lima, M. L. y Palmeira, A. L. (2021). Intervention and mediation effects of a community-based singing group on older adults' perceived physical and mental health: The Sing4Health randomized controlled trial. *Psychology & Health*, 1-21. DOI: 10.1080/08870446.2021.1955117
- Galluzzi, F. y Garavello, W. (2018). The aging voice: A systematic review of presbyphonia. *European Geriatric Medicine*, 9(5), 559-570. DOI: 10.1007/s41999-018-0095-6
- Gálvez-García, G., Gómez-Rodellar, A., Palacios-Alonso, D., de Arcas-Castro, G. y Gómez-Vilda, P. (2019). Neuroacoustical Stimulation of Parkinson's Disease Patients: A Case Study. En *International Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation*, 329-339. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-19651-6\_32
- Gaminde, I., Romero, A., Garay, U. y Extebarria, A. (2014). Análisis de las propiedades acústicas de las emociones básicas simuladas en bilingües precoces de vasco-español. *Estudios de fonética experimental*, 23, 11-46.



- Garayzábal-Heinze, E. (2009). La lingüística clínica: teoría y práctica. En J. L. Jiménez Ruiz y L. Timofeeva (eds.), *Estudios de lingüística: investigaciones lingüísticas en el siglo XXI*, 131-168. Alicante: Universidad de Alicante, departamento de Filología Española, Lingüística General y Teoría de la Literatura.
- Garcés-Vieira, M. V. y Suárez-Escudero, J. C. (2014). Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos. *Ces Medicina*, 28(1), 119-132.
- García, M. (1840). *Rapport sur le Mémoire sur la voix humaine présenté à l'Académie des Sciences*. París: E. Duverger.
- García, M. (1847). *École de Garcia: traité complet de l'art du chant*. París: E. Duverger.
- García-Moreno, M. y Ausín, B. (2020). Eficacia de los tratamientos para presbifonía en la población que envejece. *Revista de logopedia, foniatría y audiolología*, 40(1), 30-44. DOI: 10.1016/j.rlfa.2019.07.002
- García-Mouton, P., Fernández-Ordóñez, I., Heap, D., Perea, M. P., Saramago, J. y Sousa, X. (2016). *Atlas Lingüístico de la Península Ibérica*. Recuperado de ALPI-CSIC <https://www.alpi.csic.es> el 20 de marzo de 2021. Ed. digital de Tomás Navarro Tomás, Madrid, CSIC.
- Gaser, C. y Schlaug, G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Journal of neuroscience*, 23(27), 9240-9245. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.23-27-09240.2003
- Gil, J. (2007). *Fonética para profesores de español: de la teoría a la práctica*. Madrid: Arco Libros.
- Gill, B. P., Lee, J., Lã, F. M. y Sundberg, J. (2020). Spectrum effects of a velopharyngeal opening in singing. *Journal of Voice*, 34(3), 346-351. DOI: 10.1016/j.jvoice.2018.11.014
- Goberman, A., Coelho, C. y Robb, M. (2002). Phonatory characteristics of parkinsonian speech before and after morning medication: the ON and OFF states. *Journal of communication disorders*, 35(3), 217-239. DOI: 10.1016/S0021-9924(01)00072-7
- Godino, J. I. y Gómez-Vilda, P. (2013). Notas sobre acústica vocal. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 76-110. Barcelona: Marge Medica Books.

- Goldenberg, R. B. (2018). Singing lessons for respiratory health: a literature review. *Journal of Voice*, 32(1), 85-94. DOI: 10.1016/j.jvoice.2017.03.021
- Goldfinger, E. (1991). *Human Anatomy for Artists: The Elements of Form*. Nueva York: Oxford University Press.
- Goldstein, K. (1942). *After effects of brain-injuries in war: their evaluation and treatment*. Nueva York: Grune and Straton.
- Gómez-Molina, J. R. y Gómez-Devís, M. (2016). ¡Vaya Valla! El yeísmo en el español de Valencia. *Boletín de filología*, 51(2), 49-88. DOI: 10.4067/S0718-93032016000200003
- Gómez-Rodellar, A., Gómez Vilda, P., Mekyska, J., Rektorova, I., Álvarez Marquina, A. y Rodellar Biarge, M. (2018). Differentiation capability of phonation biomechanical features between presbyphonic and Parkinson patients' voice. En *11th International Conference on Voice Physiology and Biomechanics (ICVPB 2018)*, 58-59. Michigan.
- Gómez-Vilda, P., Fernández-Baillo, R., Rodellar-Biarge, V., Nieto, V., Álvarez-Marquina, A., Mazaira-Fernández, L. M., Martínez-Olalla, R. y Godino-Llorente, J. I. (2009). Glottal source biometrical signature for voice pathology detection. *Speech Communication*, 51(9), 759-781. DOI: 0.1016/j.specom.2008.09.005
- Gómez-Vilda, P., Rodellar-Biarge, V., Nieto-Lluis, V., Muñoz-Mulas, C., Mazaira-Fernández, L. M., Martínez-Olalla, R., Álvarez-Marquina, A., Ramírez-Calvo, C. y Fernández-Fernández, M. (2013a). Characterizing neurological disease from voice quality biomechanical analysis. *Cognitive Computation*, 5(4), 399-425. DOI: 10.1007/s12559-013-9207-2
- Gómez-Vilda, P., Rodellar-Biarge, V., Nieto, V., Martínez-Olalla, R., Álvarez-Marquina, A., Scola, B., Ramírez, C., Poletti, D., y Fernández, M. (2013b). *BioMet®Phon*: A system to monitor phonation quality in the clinics. En *Proceedings of the 5th International Conference on e-Health, Telemedicine and Social Medicine*, 253-258. Nueva Jersey: Curran Associates, Inc.

- Gómez-Vilda, P., Belmonte Useros, E., Rodellar Biarge, M., Nieto Lluís, V., Álvarez Marquina, A. y Mazaira Fernández, L. M. (2013c). Biomechanical evaluation of the singing voice. En C. Manfredi (ed.) *Proceedings of Models and analysis of vocal emissions for biomedical applications: 8th International Workshop (MAVEBA 2013)*, 16-18. Florencia: Firenze University Press.
- Gómez-Vilda, P., San Segundo, E., Mazaira Fernández, L. M., Álvarez Marquina, A. y Rodellar Biarge, M. (2015a). Using dysphonic voice to characterize speaker's biometry. *Language and Law: Linguagem e Direito*, 1(2), 42-66.
- Gómez-Vilda, P., Vicente-Torcal, M. C., Ferrández-Vicente, J. M., Álvarez-Marquina, A., Rodellar-Biarge, V., Nieto-Lluís, V. y Martínez-Olalla, R. (2015b). Parkinson's disease monitoring from phonation biomechanics. En J. M. F. Vicente, J. R. Álvarez-Sánchez, F. de la Paz López, F. J. Toledo-Moreo y H. Adeli (eds.), *International Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation*, 238-248. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-18914-7\_25
- Gómez-Vilda, P., Álvarez-Marquina, A., Tsanas, A., Lázaro-Carrascosa, C. A., Rodellar-Biarge, V., Nieto-Lluís, V. y Martínez-Olalla, R. (2016). Phonation Biomechanics in Quantifying Parkinson's Disease Symptom Severity. En A. Esposito, M. Faundez-Zanuy, A. M. Esposito, G. Cordasco, Th. Drugman, J. Solé-Casals y F. C. Morabito (eds.), *Recent Advances in Nonlinear Speech Processing*, 93-102. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-28109-4\_10
- Gómez-Vilda, P., Lirio, P., Palacios-Alonso, D., Rodellar-Biarge, V. y Polo, N. (2017a). Monitoring Parkinson's disease rehabilitation from phonation biomechanics. En J. Ibáñez, J. González-Vargas, J. M. Azorín, M. Akay, J. L. Pons (eds.), *Converging Clinical and Engineering Research on Neurorehabilitation II. Actas de la 3ª Conferencia Internacional de Neurorrehabilitación*, 93-98. Cham: Springer.
- Gómez-Vilda, P., Palacios-Alonso, D., Rodellar-Biarge, V., Álvarez-Marquina, A., Nieto-Lluís, V. y Martínez-Olalla, R. (2017b). Parkinson's disease monitoring by biomechanical instability of phonation. *Neurocomputing*, 255, 3-16. DOI: 10.1016/j.neucom.2016.06.092

- Gonçalves, R. L., Barbosa-Neto, J. C., da Silva, C. D. A., de Leon, E. B., y Sánchez, F. F. (2016). Respiratory Function and the Influence of Inspiratory Muscle in Vital Capacity in Parkinsons Disease. *Journal of Novel Physiotherapies*, 6(319), 2. DOI: 10.4172/2165-7025.1000319
- Good, A. y Russo, F. A. (2021). Changes in mood, oxytocin, and cortisol following group and individual singing: A pilot study. *Psychology of Music*. DOI: 10.1177/03057356211042668
- Gordon, M. y Ladefoged, P. (2001). Phonation types: a cross-linguistic overview. *Journal of Phonetics*, 29(4), 383-406. DOI: 10.1006/jpho.2001.0147
- Grape, C., Sandgren, M., Hansson, L. O., Ericson, M. y Theorell, T. (2003). Does singing promote well-being?: An empirical study of professional and amateur singers during a singing lesson. *Integrative Physiological & Behavioral Science*, 38(1), 65-74. DOI: 10.1007/BF02734261
- Grawunder, S. y Bose, I. (2008). Average speaking pitch vs. average speaker fundamental frequency reliability, homogeneity, and self-report of listener groups. En P. A. Barbosa, S. Madureira y C. Reis (eds.). *Proceedings of the 4th International Speech Prosody Conference*, (pp. 763-766), Campinas, Brasil.
- Grinstein-Koren, O., Herzog, N. y Amir, O. (2021). Hyposalivation affecting womens' voice. *Journal of Voice*. DOI: 10.1016/j.jvoice.2021.01.004
- Gugatschka, M., Kiesler, K., Obermayer-Pietsch, B., Schoekler, B., Schmid, C., Groselj-Strele, A. y Friedrich, G. (2010). Sex hormones and the elderly male voice. *Journal of Voice*, 24(3), 369-373. DOI: 10.1016/j.jvoice.2008.07.004
- Gullaer, I., Walker, R., Badin, P. y Lamalle, L. (2006). Image, imagination, and reality: On effectiveness of introductory work with vocalists. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 31(2), 89-96. DOI: 10.1080/14015430500471936
- Gunji, A., Ishii, R., Chau, W., Kakigi, R. y Pantev, C. (2007). Rhythmic brain activities related to singing in humans. *Neuroimage*, 34(1), 426-434. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2006.07.018
- Guyton, A. y Hall J. E. (2016). *Tratado de fisiología Médica* (13ª ed.) Barcelona: Elsevier España.

- Guzmán, M., Lanas, A., Olavarria, C., Azocar, M. J., Muñoz, D., Madrid, S., Monsalve, S., Martínez, F., Vargas, F., Cortez, P. y Mayerhoff, R. M. (2015). Laryngoscopic and spectral analysis of laryngeal and pharyngeal configuration in non-classical singing styles. *Journal of Voice*, 29(1), 130.e21–130.e28. DOI: 10.1016/j.jvoice.2014.05.004
- Halpern, A. R. y Zatorre, R. J. (1999). When that tune runs through your head: a PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. *Cerebral cortex*, 9(7), 697-704. DOI: 10.1093/cercor/9.7.697
- Halwani, G. F., Loui, P., Rueber, T. y Schlaug, G. (2011). Effects of practice and experience on the arcuate fasciculus: comparing singers, instrumentalists, and non-musicians. *Frontiers in psychology*, 2, 156. DOI: 10.3389/fpsyg.2011.00156
- Haneishi, E. (2001). Effects of a music therapy voice protocol on speech intelligibility, vocal acoustic measures, and mood of individuals with Parkinson's disease. *Journal of music therapy*, 38(4), 273-290. DOI: 10.1093/jmt/38.4.273
- Harrison, E. C., McNeely, M. E. y Earhart, G. M. (2017). The feasibility of singing to improve gait in Parkinson disease. *Gait & posture*, 53, 224-229. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2017.02.008
- Harrison, E. C., Horin, A. P. y Earhart, G. M. (2019). Mental singing reduces gait variability more than music listening for healthy older adults and people with Parkinson disease. *Journal of neurologic physical therapy: JNPT*, 43(4), 204. DOI: 10.1097/NPT.0000000000000288
- Healey, E. C., Mallard III, A. R. y Adams, M. R. (1976). Factors contributing to the reduction of stuttering during singing. *Journal of Speech and Hearing Research*, 19(3), 475-480. DOI: 10.1044/jshr.1903.475
- Helm-Estabrooks, N., y Albert, M. L. (2005). *Manual de la afasia y de terapia de la afasia*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Hellmer, C. B., Bohl, J. M., Hall, L. M., Koehler, C. C. e Ichinose, T. (2020). Dopaminergic modulation of signal processing in a subset of retinal bipolar cells. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 14, 253. DOI: 10.3389/fncel.2020.00253
- Henrich, N. (2014). *La voix chantée*. París: De Boeck-Solal.

- Hess, C. W. y Pullman, S. L. (2012). Tremor: clinical phenomenology and assessment techniques. *Tremor and other hyperkinetic movements*, 2. DOI: 10.7916/D8WM1C41
- Hewlett, N. y Beck, J. M. (2010). *An introduction to the science of phonetics*. Nueva Jersey: Routledge.
- Hidalgo de la Guía, I. (2019). *El nivel fónico de la población con síndrome de Smith Magenis: particularidades fonatorias y fonético-fonológicas. Comparativa con síndrome de Williams, síndrome de Down y desarrollo típico*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Hirano, M. (1974). Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 26(2), 89-94. DOI: 10.1159/000263771
- Hixon, T. J., Weismer, G. y Hoit, J. D. (2020). *Preclinical speech science: Anatomy, physiology, acoustics, and perception* (3ª ed.). San Diego: Plural Publishing.
- Hlavnička, J., Tykalová, T., Ulmanová, O., Dušek, P., Horáková, D., Růžička, E., Klempíř, J. y Rusz, J. (2020). Characterizing vocal tremor in progressive neurological diseases via automated acoustic analyses. *Clinical Neurophysiology*, 131(5), 1155-1165. DOI: 10.1016/j.clinph.2020.02.005
- Hoch, M. (2014). *A dictionary for the modern singer*. Lanham: Rowman & Littlefield.
- Hoehn, M. M. y Yahr, M. D. (1967). Parkinsonism: onset, progression, and mortality. *Neurology*, 17(5), 427-427. DOI: 10.1212/wnl.17.5.427
- Hoffmann, F. (2004). *Encyclopedia of recorded sound*, 1. Nueva York: Routledge.
- Holmes, R. J., Oates, J. M., Phyland, D. J. y Hughes, A. J. (2000). Voice characteristics in the progression of Parkinson's disease. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 35(3), 407-418. DOI: 10.1080/136828200410654
- Huber, M. (1942). Re-education of aphasics. *Journal of Speech Disorders*, 7(4), 289. DOI: 10.1044/jshd.0704.289
- Hunter, B. C. (1999). Singing as a therapeutic agent, in The Etude, 1891–1949. *Journal of music therapy*, 36(2), 125-143. DOI: 10.1093/jmt/36.2.125

- Hunter, S. K., Pereira, H. M. y Keenan, K. G. (2016). The aging neuromuscular system and motor performance. *Journal of applied physiology*, 121(4), 982-995. DOI: 10.1152/jappphysiol.00475.2016
- Hyppönen, K. M. (2020). *Changes in speech prosodic characteristics in people with Parkinson's disease after a singing intervention*. Trabajo de fin de máster. Itä-Suomen yliopisto: Universidad de Finlandia Oriental.
- Ignacio, A. S., Periz, V. M. P., Hassan, O. M. y Arbelo-González, J. M. (2019). Concepto de enfermedad de Parkinson avanzada. Tratamiento de las complicaciones motoras no respondedoras al tratamiento convencional: Terapias de segunda línea. En J. M. Arbelo-González (ed.), *Guías diagnósticas y terapéuticas de la Sociedad Española de Neurología*, 4, 179-198, *Guía oficial de recomendaciones clínicas en la enfermedad de Parkinson*. Madrid: Sociedad Española de Neurología.
- Isherwood, N. (2019). *The Techniques of Singing/Die Techniken des Gesangs*. Kassel: Bärenreiter-Verlag.
- Isshiki, N. (1989). *Phonosurgery: theory and practice*. Tokyo: Springer Japan.
- Ivanova, O. (2017). Fundamentos neurocognitivos del procesamiento lingüístico. *Estudios de Lingüística Aplicada*, (66), 235-261. DOI: 10.22201/enallt.01852647p.2017.66.838
- Ivanova, O. (2020). La marcación del discurso oral en la demencia tipo Alzheimer. En O. Ivanova, C. V. Álvarez-Rosa, M. Nevot-Navarro (eds.), *Pragmática y discurso oral*, 259-277. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Jackson-Menaldi, M. C. A. (1992). *La voz normal*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Jacob, C., Guptill, C. y Sumsion, T. (2009). Motivation for continuing involvement in a leisure-based choir: The lived experiences of university choir members. *Journal of Occupational Science*, 16(3), 187-193. DOI: 10.1080/14427591.2009.9686661
- Jakobson, R., Fant, C. G. y Halle, M. (1951). *Preliminaries to speech analysis: The distinctive features and their correlates*. Cambridge: The MIT Press.

- Janzen, T. B., Koshimori, Y., Richard, N. M. y Thaut, M. H. (2022). Rhythm and music-based interventions in motor rehabilitation: current evidence and future perspectives. *Frontiers in human neuroscience*, 15. DOI: 10.3389/fnhum.2021.789467
- Jauset-Berrocal, J. A. (2018). *Música y neurociencia: La musicoterapia fundamentos, efectos y aplicaciones terapéuticas*. Barcelona: Editorial UOC.
- Javkin, H. R., Antoñanzas-Barroso, N. y Maddieson, I. (1987). Digital Inverse Filtering for Linguistic Research. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 30(1), 122. DOI: 10.1044/jshr.3001.122
- Jenkins, S. P. (2005). *Sports Science Handbook: The essential guide to kinesiology sport and exercise science, 1*. Essex: Multi-Science Publishing Co. Ltd.
- Jiang, J., Lin, E. y Hanson, D. G. (2000). Vocal fold physiology. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33(4), 699-718. DOI: 10.1016/s0030-6665(05)70238-3
- Jiang, J. J. y Hoffman, M. R. (2016). Biomechanics, fundamentals of vibration and flow. En R. T. Sataloff y B. Benninger (eds.), *Sataloff's comprehensive textbook of otolaryngology. Head & neck surgery - Laryngology*, 4, 51- 62, Nueva Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers.
- Jo, S., Yeo, M. S., Shin, Y. K., Shin, K. H., Kim, S. H., Kim, H. R., Kim, S. J. y Cho, S. R. (2021). Therapeutic Singing as a swallowing intervention in head and neck cancer patients with dysphagia. *Integrative Cancer Therapies*, 20. DOI: 10.1177/15347354211065040
- Johansson, I. L., Samuelsson, C. y Müller, N. (2022). Picture description in the assessment of connected speech intelligibility in Parkinson's disease: A pilot study. *Folia Phoniatria et Logopaedica*. DOI: 10.1159/000521906
- Johnson, G., Otto, D. y Clair, A. A. (2001). The effect of instrumental and vocal music on adherence to a physical rehabilitation exercise program with persons who are elderly. *Journal of music therapy*, 38(2), 82-96. DOI: 10.1093/jmt/38.2.82
- Johnson, K. (2012). *Acoustic and Auditory Phonetics* (3ª ed.) Chichester: Wiley-Blackwell.



- Johnson, W. y Rosen, L. (1937). Studies in the Psychology of Stuttering VII: Effect of Certain Changes in Speech Pattern upon Frequency of Stuttering. *Journal of Speech Disorders*, 2(2), 105. DOI: 10.1044/jshd.0202.105
- Kalinowski, J. y Saltuklarglu, T. (2003). Speaking with a mirror: engagement of mirror neurons via choral speech and its derivatives induces stuttering inhibition. *Medical Hypotheses*, 60(4), 538-543. DOI: 10.1016/s0306-9877(03)00004-5
- Kang, J., Scholp, A. y Jiang, J. J. (2018). A review of the physiological effects and mechanisms of singing. *Journal of Voice*, 32(4), 390-395. DOI: 10.1016/j.jvoice.2017.07.008
- Kardous, C. A. y Shaw, P. B. (2014). Evaluation of smartphone sound measurement applications. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(4), EL186-EL192. DOI: 10.1121/1.4865269
- Kayes, G. (2019). Structure and Function of the Singing Voice. En G. Welch, D. M. Howard y J. Nix, *The Oxford Handbook of Singing*, 3–29. New York: Oxford University Press. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199660773.013.019
- Kleber, B., Veit, R., Birbaumer, N., Gruzelier, J. y Lotze, M. (2010). The Brain of opera singers: experience-dependent changes in functional activation. *Cerebral Cortex*, 20(5), 1144–1152. DOI:10.1093/cercor/bhp177
- Kleber, B., Zeitouni, A. G., Friberg, A. y Zatorre, R. J. (2013). Experience-dependent modulation of feedback integration during singing: role of the right anterior insula. *Journal of Neuroscience*, 33(14), 6070-6080. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.4418-12.2013
- Kleim, J. A. y Jones, T. A. (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of speech, language and hearing research*, 51, S225-S239. DOI: 10.1044/1092-4388(2008/018).
- Koc, T. y Ciloglu, T. (2016). Nonlinear interactive source-filter models for speech. *Computer Speech & Language*, 36, 365-394. DOI: 10.1016/j.csl.2014.12.002
- Kolb, B. y Wishaw, I. Q. (2015). *Fundamentals of Human Neuropsychology* (7<sup>a</sup> ed.). Nueva York: Worth Publishers.

- Kooijman, P. G., De Jong, F. I. C. R. S., Oudes, M. J., Huinck, W., Van Acht, H. y Graamans, K. (2005). Muscular tension and body posture in relation to voice handicap and voice quality in teachers with persistent voice complaints. *Folia phoniatrica et logopaedica*, 57(3), 134-147. DOI:10.1159/000084134
- Kreiman, J., Gabelman, B., y Gerratt, B. R. (2003). Perception of vocal tremor. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. DOI: 10.1044/1092-4388(2003/016)
- Kreiman, J. y Sidtis, D. (2011). *Foundations of voice studies: An interdisciplinary approach to voice production and perception*. Hoboken: John Wiley and Sons.
- Kreutz, G., Bongard, S., Rohrmann, S., Hodapp, V. y Grebe, D. (2004). Effects of choir singing or listening on secretory immunoglobulin A, cortisol, and emotional state. *Journal of behavioral medicine*, 27(6), 623-635. DOI: 10.1007/s10865-004-0006-9
- Kreutz, G. (2014). Does singing facilitate social bonding?. *Music and Medicine*, 6(2), 51-60. DOI: 10.47513/mmd.v6i2.180
- Kuhn, D. (2002) The effects of active and passive participation in musical activity on the immune system as measured by salivary immunoglobulin a (SIgA). *Journal of Music Therapy*, 39, 30–39. DOI: 10.1093/jmt/39.1.30
- Lã, F. M. B. y Ardura, D. (2020). What voice-related metrics change with menopause? A systematic review and meta-analysis study. *Journal of Voice*. DOI: 10.1016/j.jvoice.2020.06.012
- Ladefoged, P. (1971). *Preliminaries to linguistic phonetics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ladefoged, P. y Maddieson, I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Lamperti, F. (1916). *The Art of Singing*. Translated by J.C. Griffith. Nueva York: G. Schirmer. [This work is a version of Francesco Lamberti's *A Treatise on the Art of Singing*. Earlier editions: Nueva York: E. Schuberth, 1871; London: G. Ricordi, 1877; Nueva York: G. Schirmer, 1890.]

- Laukkanen, A. M., Titze, I. R., Hoffman, H. y Finnegan, E. (2008). Effects of a semioccluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 60(6), 298-311. DOI: 10.1159/000170080
- Laver, J. (1968). Voice quality and indexical information. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 3, 1, 43-54. DOI: 10.3109/13682826809011440
- Laver, J. (1980). *The phonetic description of voice quality*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Laver, J. (1994). *Principles of phonetics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lawrence, H. y Moore, T. (2019). *Cursos Crash: Lo esencial en neurología*, (5ª ed.). En P. Xiu y S. Datta (eds.). Barcelona: Elsevier.
- León, B. (2009). *Dirección de documentales para televisión: guión, producción y realización*. Barañáin: EUNSA (Ediciones Universidad de Navarra).
- Lesauskaite, V. y Ebejer, M. J. (1999). Age-related changes in the respiratory system. *Maltese Medical Journal*, 11(1,2), 25.
- Lewis, A., Philip, K. E. J., Lound, A., Cave, P., Russell, J. y Hopkinson, N. S. (2021). The physiology of singing and implications for "Singing for Lung Health" as a therapy for individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *BMJ open respiratory research*, 8(1), e000996. DOI: 10.1136/bmjresp-2021-000996
- Lexell, J., Taylor, C. C. y Sjöström, M. (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15-to 83-year-old men. *Journal of the neurological sciences*, 84(2-3), 275-294. DOI: 10.1016/0022-510X(88)90132-3
- Lieberman, P. y Blumstein, S. E. (1988). *Speech physiology, speech perception and acoustic phonetics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Li, X., Zatorre, R. J. y Du, Y. (2021). The microstructural plasticity of the arcuate fasciculus undergirds improved speech in noise perception in musicians. *Cerebral Cortex*, 31(9), 3975-3985. DOI: 10.1093/cercor/bhab063

- Lindblom, B. E. y Sundberg, J. E. (1971). Acoustical consequences of lip, tongue, jaw, and larynx movement. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 50(4B), 1166–1179. DOI:10.1121/1.1912750
- Linville, S. E. (1996). The sound of senescence. *Journal of voice*, 10(2), 190-200. DOI: 10.1016/S0892-1997(96)80046-4
- Lirio, P. (2014). *Teoría no lineal de la fuente y el filtro en la voz cantada: estudio de los ajustes biomecánicos de los músculos tiroaritenoides como consecuencia del movimiento lingual*. Trabajo de fin de máster. Madrid: Centro Superior de Investigaciones científicas.
- Lirio, P. (2020). Using the International Phonetic Alphabet as a tool to teach singing. En H. R. Gudmundsdottir, C. Beynon, K. Ludke y A. J. Cohen (eds.), *The Routledge Companion to Interdisciplinary Studies in Singing*, 2, 204-216. Nueva York: Routledge. DOI: 10.4324/9781315162607-17
- Livesey, L., Morrison, I., Clift, S. y Camic, P. (2012). Benefits of choral singing for social and mental wellbeing: Qualitative findings from a cross-national survey of choir members. *Journal of Public Mental Health*, 11(1), 10-26. DOI: 10.1108/17465721211207275
- Lombard, L. E. y Steinhauer, K. M. (2007). A novel treatment for hypophonic voice: Twang therapy. *Journal of Voice*, 21(3), 294-299. DOI: 10.1016/j.jvoice.2005.12.006
- López-Cortés, V. A. (2018). *Características neuropsicológicas de pacientes con enfermedad de Parkinson sin demencia*. Tesis doctoral. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Lortie, C. L., Rivard, J., Thibeault, M. y Tremblay, P. (2016). The Moderating Effect of Frequent Singing on Voice Aging. *Journal of Voice*, 31(1), 112.e1–112.e12. DOI: 10.1016/j.jvoice.2016.02.015
- LSVT Global (2022). What is LSVT Loud? Recuperado de <https://www.global.com/LSVTLoud> el 1 de abril de 2022
- Lucea, J. D. (1999). *La enseñanza y aprendizaje de las habilidades y destrezas motrices básicas*, 133. Barcelona: Inde Publicaciones.

- Lucia, C. M. (1987). Toward developing a model of music therapy intervention in the rehabilitation of head trauma patients. *Music Therapy Perspectives*, 4(1), 34-39. DOI: 10.1093/mtp/4.1.34
- Madray, R., Van Hedger, K., Anello, M. y Macdonald, P. A. (2020). Social Symptoms of Parkinson's Disease. *Brain and Mind Institute Researchers' Publications*, 538. DOI: 10.1155/2020/8846544
- Magee, W. L., Clark, I., Tamplin, J. y Bradt, J. (2017). Music interventions for acquired brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1). DOI: 10.1002/14651858.CD006787.pub3
- Mairal-Usón, R. (2021). La lingüística clínica. *Revista Española de Lingüística*, 51(2), 159-180. DOI: 10.31810/rsel. 51.2. 10.
- Majdinasab, F., Karkheiran, S., Soltani, M., Moradi, N. y Shahidi, G. (2016). Relationship between voice and motor disabilities of Parkinson's disease. *Journal of Voice*, 30(6), 768-e17. DOI: 10.1016/j.jvoice.2015.10.022
- Mallick, A. S., Garas, G. y McGlashan, J. (2019). Presbylaryngis: a state-of-the-art review. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*, 27(3), 168-177. DOI: 10.1097/moo.0000000000000540
- Marmolejo-Ramos, F., Murata, A., Sasaki, K., Yamada, Y., Ikeda, A., Hinojosa, J. A., Watanabe, K., Parzuchowski, M., Tirado, C. y Ospina, R. (2020). Your face and moves seem happier when I smile. *Experimental Psychology*, 67(1), 14–22. DOI: 10.1027/1618-3169/a000470
- Marshall, R. T. y Ramig, L. O. (2014). Neurologic disease and the voice. J. S. Rubin, R. T. Sataloff y G. S. Korovin (eds.) *Diagnosis and Treatment of Voice Disorders*, 501-526 (4ª ed.). San Diego: Plural Publishing.
- Martin, S. (2021). *Working with Voice Disorders*. (3ª ed.). Nueva York: Routledge.
- Martínez-Sánchez, F. (2010). Trastornos del habla y la voz en la enfermedad de Parkinson. *Revista de Neurología*, 51(9), 542-550. DOI: 10.33588/rn.5109.2009509
- Martins, R. H. G., Gonçalves, T. M., Pessin, A. B. B. y Branco, A. (2014). Aging voice: presbyphonia. *Aging clinical and experimental research*, 26(1), 1-5. DOI: 10.1007/s40520-013-0143-5.

- Mau, T., Jacobson, B. H. y Garrett, C. G. (2010). Factors associated with voice therapy outcomes in the treatment of presbyphonia. *The Laryngoscope*, 120(6), 1181-1187. DOI: 10.1002/lary.20890
- Mautner, H. D. (2011). *A Cross-System Instrumental Voice Profile of the Aging Voice: With Considerations of Jaw Posture Effects*. Nueva Zelanda: University of Canterbury. DOI: 10.26021/7519
- Mautner, H. D. (2016). Effects of an Open Jaw Posture on Vowel Perception in the Aging Voice. *Journal of Voice*, 30(6), 772.e23–772.e32. DOI: 10.1016/j.jvoice.2015.11.011
- McGarey Jr, P. O., Bitar, R., Hughes, C. K., Hodson, N., Harris, E. A., Dominguez, L. M., Dion, G. R. y Simpson, C. B. (2021). Correlation of glottic gap and voice impairment in presbyphonia. *The Laryngoscope*, 131(7), 1594-1598. DOI: 10.1002/lary.29068
- McKinney, J. C. (2005). *The diagnosis and correction of vocal faults: A manual for teachers of singing and for choir directors*. Long Grove: Waveland Press.
- Menárguez, M. L. S. (2015). *Musicoterapia en la enfermedad de Parkinson*. Tesis doctoral. Murcia: Universidad Católica San Antonio.
- Méndez, A. M., Tenorio, M. Á., Páez, M. A. B. y Garzón, C. A. P. (2010). Parámetros acústicos de la voz en el adulto mayor. *Umbral Científico*, (17), 9-17.
- Mertens, C. (2015). Analysis of vocal tremor in normophonic and dysphonic speakers. Tesis doctoral. Bruselas: Escuela Politécnica de Bruselas de la Universidad Libre de Bruselas.
- Mezzedimi, C., di Francesco, M., Livi, W., Spinosi, M. C. y de Felice, C. (2016). Objective evaluation of presbyphonia: spectroacoustic study on 142 patients with Praat. *Journal of Voice*, 31(2), 257-e25. DOI: 10.1016/j.jvoice.2016.05.022
- Micheli, F. y Díaz, S. P. (2005). Movimientos anormales involuntarios. En H. Argente y M. Alvarez (eds.). *Semiología médica. Fisiopatología, Semiotecnia y Propedéutica. Enseñanza basada en el paciente*, 1241-1247. Buenos aires: Editorial Médica Panamericana.

- Miller, N., Noble, E., Jones, D. y Burn, D. (2006). Life with communication changes in Parkinson's disease. *Age and Ageing*, 35, 235–239. DOI: 10.1093/ageing/afj053
- Miller, R. (1996a). *The Structure of Singing*. Belmont: Schirmer Thomson Learning.
- Miller, R. (1996b). *On the art of singing*. Oxford: Oxford University Press.
- Miller, D. G. y Schutte, H. K. (1990). Formant tuning in a professional baritone. *Journal of Voice*, 4(3), 231–237. DOI: 10.1016/S0892-1997(05)80018-9
- Mills, C. K. (1904). Treatment of aphasia by training. *Journal of the American Medical Association*, 43(26), 1940-1949. DOI: 10.1001/jama.1904.92500260002d
- Mishra, J. (2020). Musical Expertise. En P. Ward, J. M. Schraagen, J. Gore y E. Roth (eds.), *The Oxford handbook of expertise*, 574-593. Oxford: Oxford University Press.
- Molina-Martos, I. (2013). Yeísmo madrileño y convergencia dialectal campo/ciudad. R. Gómez e I. Molina-Martos (eds.) *Variación yeísta en el mundo hispánico. Lengua y sociedad en el mundo hispánico*, 32, 93-110. Madrid: Iberoamericana y Frankfurt: Vervuert.
- Moon, S., Park, J. y Yang, S. (2020). The Effects of Therapeutic Singing on Vocal Functions of the Elderly: A Study on Korean Elderly. *Journal of Voice*, (20) 30233-2. DOI: 10.1016/j.jvoice.2020.06.007
- Morello, A. N. C., Beber, B. C., Fagundes, V. C., Cielo, C. A., Rieder, C. R. M. (2018). Dysphonia and Dysarthria in People With Parkinson's Disease After Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation: Effect of Frequency Modulation. *Journal of Voice*, 34(3), 477-484. DOI: 10.1016/j.jvoice.2018.10.012
- Moro-Velázquez, L., Gomez-Garcia, J. A., Arias-Londoño, J. D., Dehak, N. y Godino-Llorente, J. I. (2021). Advances in Parkinson's Disease detection and assessment using voice and speech: A review of the articulatory and phonatory aspects. *Biomedical Signal Processing and Control*, 66, 102418. DOI: 10.1016/j.bspc.2021.102418.
- Morris, R. y Harmon, A. B. (2010). Describing voice disorders. En J. S. Damico, N. Müller y M. J. Ball (eds.), *The handbook of language and speech disorders*, 28, 455-473. Chichester: Wiley Blackwell.

- Mukhopadhyay, S. C. y Lay-Ekuakille, A. (2010). *Advances in biomedical sensing, measurements, instrumentation and systems*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Muñoz, C. (2014). *Speech signals Feature Extraction Model for a Speaker's Gender and Age Identification System*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Musacchia, G., Strait, D. y Kraus, N. (2008). Relationships between behavior, brainstem and cortical encoding of seen and heard speech in musicians and non-musicians. *Hearing research*, 241(1-2), 34-42. DOI:10.1016/j.heares.2008.04.013
- Nieuwenhuys, R., Voogd, J. y Van Huijzen, C. (2009). *El sistema nervioso central humano*, 2 (4ª ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Norman-Haignere, S. V., Feather, J., Boebinger, D., Brunner, P., Ritaccio, A., McDermott, J. H., Schalk, G. y Kanwisher, N. (2022). A neural population selective for song in human auditory cortex. *Current Biology*. DOI: 10.1016/j.cub.2022.01.069
- Norton, A., Zipse, L., Marchina, S. y Schlaug, G. (2009). Melodic intonation therapy: Shared insights on how it is done and why it might work. *Annals of New York Academy of Sciences*, 1169, 431–436. DOI:10.1111/j.1749-6632.2009.04859.x.
- Núñez, F. (2013). Fisiología de la fonación. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 55-75. Barcelona: Marge Medica Books.
- Núñez, F. y Mate, M. A. (2013). Historia clínica y valoración subjetiva de la voz. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 111-118. Barcelona: Marge Medica Books.
- Ohala, J. J. y Eukel, B. W. (1987). Explaining the intrinsic pitch of vowels. *In honor of Ilse Lehiste*, 207-215. DOI: 10.1121/1.2003351
- Olson, M. (2010). *The solo singer in the choral setting: A handbook for achieving vocal health*. Lanham: Scarecrow Press.
- Olszewska, A. M., Gaca, M., Herman, A. M., Jednoróg, K. y Marchewka, A. (2021). How musical training shapes the adult brain: predispositions and neuroplasticity. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 204. DOI: 10.3389/fnins.2021.630829



- Pacchetti, C., Mancini, F., Aglieri, R., Fundarò, C., Martignoni, E. y Nappi, G. (2000). Active music therapy in Parkinson's disease: an integrative method for motor and emotional rehabilitation. *Psychosomatic medicine*, 62(3), 386-393. DOI: 10.1097/00006842-200005000-00012
- Pah, N. D., Motin, M. A., Kempster, P. y Kumar, D. K. (2021). Detecting Effect of Levodopa in Parkinson's Disease Patients Using Sustained Phonemes. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 9, 1-9. DOI: 10.1109/JTEHM.2021.3066800
- Paige, B. (2015). *"Performance Adrenaline": The Effects of Endorphins, Serotonin, Dopamine, and Adrenaline on the Performing Singer*. Tesis doctoral. Arizona: Arizona State University.
- Palacios Alonso, D. (2017). *Contribución al estudio de selección de parámetros para identificación de estrés en la voz*. Madrid: Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Paronen, S. y Vuomajoki, M. (2019). *Voice-related changes in people with Parkinson's disease after a group singing intervention*. Trabajo de fin de máster. Tampere: Universidad de Tampere.
- Pastana, S. D. G., Cantisano, M. H. y Bianchini, E. M. G. (2013). Complaints to oral functions and verification of the speech of individuals diagnosed with burning mouth and xerostomia. *Audiology Communication Research*, 18(4), 345-352. DOI: 10.1590/S2317-64312013000400017
- Pentikäinen, E., Pitkäniemi, A., Siponkoski, S. T., Jansson, M., Louhivuori, J., Johnson, J. K., Paajanen, T. y Särkämö, T. (2021). Beneficial effects of choir singing on cognition and well-being of older adults: Evidence from a cross-sectional study. *PloS one*, 16(2), e0245666. DOI: 10.1371/journal.pone.0245666
- Peplinski, J., Berisha, V., Liss, J., Hahn, S., Shefner, J., Rutkove, S., Qi, K. y Shelton, K. (2019). Objective Assessment of Vocal Tremor. *Proceedings of International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. Brighton: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Signal Processing Society. DOI: 10.1109/ICASSP.2019.8682995

- Perelló J. (1962). *La théorie muco-ondulatoire de la phonation*. Ann Otolarynx. 79, 722-5.
- Perelló, J., Caballé, M. y Guitart, E. (1982). *Canto-dicción: foniatría, estética* (2ª ed.). Barcelona: Editorial científico médica.
- Peretz, I. (2019). *Aprender música: ¿Qué nos enseñan las neurociencias del aprendizaje musical?*. Barcelona: Ma Non Troppo.
- Pérez-Delgado, F. D. C. (2007). *Effect of a Music Therapy Voice Protocol on Speech Intelligibility and Mood Change of Individuals Diagnosed with Parkinson Disease*. Trabajo fin de máster. Tallahassee: Florida State University.
- Pérez-Zepeda, M. U., García-Peña, C. y Gutiérrez-Robledo, L. M. (2018). The Need for Differentiated Research Methodology in Aging. En C. García-Peña, L.M. Gutiérrez-Robledo y M.U. Pérez-Zepeda (eds.), *Aging Research-Methodological Issues*, 1-9 (2ª ed.). Cham: Springer.
- Perrier, P., Perkell, J., Payan, Y., Zandipour, M., Guenther, F. y Khalighi, M. A. (2000). Degrees of freedom of tongue movements in speech may be constrained by biomechanics. En *Proceedings of the 6th International Conference on Spoken Language Processing, (ICSLP 2000)*. Beijing, China.
- Perron, M., Theaud, G., Descoteaux, M. y Tremblay, P. (2021). The frontotemporal organization of the arcuate fasciculus and its relationship with speech perception in young and older amateur singers and non-singers. *Human brain mapping*, 42(10), 3058-3076. DOI: 10.1002/hbm.25416
- Philippe, A. (2020). *The effect of group vocal and singing exercises for individuals with Parkinson's disease*. Tesis doctoral. Colorado: Colorado State University.
- Picó-Berenguer, M. y Yébenes-Briones, H. A. (2019). Trastornos del habla en la enfermedad de Parkinson. Revisión. *Revista Científica Ciencia Médica*, 22(1), 36-42.
- Pinheiro, R. S. D. A., Alves, N. T. y de Almeida, A. A. F. (2016). Effectiveness and limitations of vocal therapy in Parkinson's disease: a literature review. *Revista CEFAC*, 18(3), 758-765. DOI: 10.1590/1982-021620161836315

- Pinto, S., Ozsancak, C., Tripoliti, E., Thobois, S., Limousin-Dowsey, P. y Auzou, P. (2004). Treatments for dysarthria in Parkinson's disease. *The Lancet Neurology*, 3(9), 547–556. DOI: 10.1016/S1474-4422(04)00854-3
- Pinto, S., Ghio, A., Teston, B. y Viallet, F. (2010). Dysarthria across Parkinson's disease progression. Natural history of its components: dysphonia, dysprosody and dysarthria. *Revue neurologique*, 166(10), 800-810. DOI:10.1016/j.neurol.2010.07.005
- Portone-Maira, C., Wise, J. C., Johns, M. M. y Hapner, E. R. (2011). Differences in temporal variables between voice therapy completers and dropouts. *Journal of Voice*, 25(1), 62-66. DOI: 10.1016/j.jvoice.2009.07.007
- Prakup, B. (2009). Acoustic Measures of the Voices of Older Singers and Nonsingers. Tesis doctoral. Ohio: College of Education, Health and Human Services de la Kent State University. DOI: 10.1016/j.jvoice.2011.05.007
- Prakup, B. (2012). Acoustic measures of the voices of older singers and nonsingers. *Journal of Voice*, 26(3), 341-350. DOI: 10.1016/j.jvoice.2011.05.007
- Prenger, M. T. M., Madray, R., Van Hedger, K., Anello, M. y Macdonald, P. A. (2020). Social Symptoms of Parkinson's Disease. *Brain and Mind Institute Researchers' Publications*, 538. DOI: 10.1155/2020/8846544
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., Lamantia, A. S., Mcnamara, J. O. y Williams, S. M. (2007). *Neurociencia* (3ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Quilis, A. (1993). *Tratado de fonética y fonología españolas*. Madrid: Gredos.
- Raina, G. y Micheli, F. (2006). Signos, síntomas y diagnóstico de la enfermedad de Parkinson. En F. Micheli (ed.), *Enfermedad de Parkinson y trastornos relacionados*, 173-185 (2ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Ramig, L. O., Fox, C. y Sapir, S. (2008). Speech treatment for Parkinson's disease. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 8(2), 297-309. DOI: 10.1586/14737175.8.2.297
- Raphael, L. J., Borden, G. J. y Harris, K. S. (2011). *Speech science primer: Physiology, acoustics, and perception of speech*. (6ª ed.) Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

- Rapoport, S. K., Menier, J. y Grant, N. (2018). Voice Changes in the Elderly. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 51(4), 759–768. DOI: 10.1016/j.otc.2018.03.012
- Ray, S. y Agarwal, P. (2020). Depression and anxiety in Parkinson disease. *Clinics in geriatric medicine*, 36(1), 93-104. DOI:10.1016/j.cger.2019.09.012
- Rittle-Johnson, B. y Star, J. R. (2011). The Power of Comparison in Learning and Instruction: Learning Outcomes Supported by Different Types of Comparisons. *Psychology of Learning and Motivation*, 199–225. DOI: 10.1016/B978-0-12-387691-1.00007-7
- Rivera-Rivera, E. (2019). El neuroaprendizaje en la enseñanza de las matemáticas: la nueva propuesta educativa. *Revista Entorno*, (67), 157-168. DOI: 10.5377/entorno.v0i67.7498
- Rivera, M., Roselló-Lletí, E., De Burgos, F. G., Bertomeu, V., Payá, R., Cortés, R., Martínez-Dolz, L., Jordán, A., Pérez-Boscá, J. L., Salvador, A., Marín, F., Sogorb, F., Valero, R., Miró, V. y Portolés, M. (2006). Valores de 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina y de peroxidación lipídica en pacientes con insuficiencia cardiaca. *Revista española de cardiología*, 59(11), 1140-1145. DOI: 10.1157/13095783
- Roa Ordóñez, H. (2018). *Sensaciones, imágenes y metáforas en la enseñanza del canto*. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.
- Rodellar-Biarge, V., Palacios-Alonso, D., Bartolomé, E. y Gómez-Vilda, P. (2013). Emotional stress detection in contradictory versus self-consistent speech by means of voice biometrical signature. En J. M. Ferrández-Vicente, J. R. Álvarez-Sánchez, F. de la Paz-López y F. J. Toledo-Moreo (eds.) *Natural and Artificial Models in Computation and Biology*, 1, 74-82. En Mallorca, 5ª International Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation (IWINAC). Lecture Notes in Computer Science. Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-642-38637-4\_8
- Rodellar-Biarge, V., Palacios-Alonso, D., Nieto-Lluis, V. y Gómez-Vilda, P. (2015). Towards the search of detection in speech-relevant features for stress. *Expert Systems*, 32(6), 710-718. DOI: 10.1111/exsy.12109

- Rodríguez, E. I. U., Campoverde, S. D. C. M., Molina, M. J. A. y Sánchez, J. S. T. (2020). Enfermedad de Parkinson, su asociación con los síntomas no motores. *RECIAMUC*, 4(1), 15-28. DOI: 10.26820/reciamuc/4.(1).enero.2020.15-28
- Rodríguez-Pérez, P., Fraile, R., García-Escrig, M., Sáenz-Lechón, N., Gutiérrez-Arriola, J. M. y Osma-Ruiz, V. (2019). A transversal study of fundamental frequency contours in parkinsonian voices. *Biomedical Signal Processing and Control*, 51, 374-381. DOI: 10.1016/j.bspc.2019.02.021
- Rojas, S., Kefalianos, E. y Vogel, A. (2020). How Does Our Voice Change as We Age? A Systematic Review and Meta-Analysis of Acoustic and Perceptual Voice Data From Healthy Adults Over 50 Years of Age. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(2), 533-551. DOI: 10.1044/2019\_JSLHR-19-00099
- Romann, A. J., Beber, B. C., Cielo, C. A. y Rieder, C. R. D. M. (2019). Acoustic voice modifications in individuals with Parkinson disease submitted to deep brain stimulation. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 23, 203-208. DOI: 10.1055/s-0038-1675392
- Roubeau, B., Henrich, N. y Castellengo, M. (2009). Laryngeal vibratory mechanisms: The notion of vocal register revisited. *Journal of voice*, 23(4), 425-438. DOI: 10.1016/j.jvoice.2007.10.014
- Rouvière, H. y Delmas, A. (2005). *Anatomía humana. Sistema nervioso central, vías y centros nerviosos*, 4 (11ª ed.). Barcelona: Masson
- Ruíz-Castellanos, A. y Olmedo-Iglesias, H. (2020). Alteración fonética del VOT en pacientes con Parkinson. *Pragmalingüística*, 327-338. DOI: 10.25267/Pragmalinguistica.2020.iextra2.20
- Sakano, K., Ryo, K., Tamaki, Y., Nakayama, R., Ebihara, S., Tozuka, K. y Saito, I. (2018). Effects of Singing on Oral Function, Stress, and Immunity. *Oral Health and Care*, 3(1), 6-6. DOI: 10.15761/OHC.1000135
- Sanabria, J., García-Ruiz, P. y Ahumada, F. (2013). Disfonías de origen neurológico. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 283-294. Barcelona: Marge Medica Books.

- Sandage, M. J. y Hoch, M. (2005). Exercise physiology: perspective for vocal training. En R. T. Sataloff (ed.), *Voice science*, 271-276 (2ª ed.). San Diego: Plural Publishing, Inc.
- Santoni, C. H. (2021). *Influencing Oral-Nasal Balance in Speech and Song*. Tesis doctoral. Canadá: University of Toronto.
- Sañudo J. R., Vintró X. L. y Austí M. Q. (2007). Anatomía e inervación de la laringe. En C. S. Suárez-Nieto, L. M. Gil-Garcedo, J. E. Medina, J. M. Algarra, P. O. del Álamo y J. Trinidad-Pinedo (eds.), *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 3, 2457-2480 (2ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Sañudo, J. R., Marañillo, E. y León, X. (2013). Anatomía del sistema fonatorio. En I. Cobeta, F. Núñez, y S. Fernández (eds.), *Patologías de la voz*, 29-46. Barcelona: Marge Medica Books.
- Sapir, S. (2014). Multiple factors are involved in the dysarthria associated with Parkinson's disease: a review with implications for clinical practice and research. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(4), 1330-1343. DOI: 10.1044/2014\_JSLHR-S-13-0039
- Sataloff, R. T., Rosen, D. C., Hawkshaw, M. y Spiegel, J. R. (1997). The aging adult voice. *Journal of Voice*, 11(2), 156-160. DOI: 10.1016/S0892-1997(97)80072-0
- Särkämö, T. (2020). Singing for rehabilitation: Efficacy of singing-based interventions in major ageing-related neurological disorders. En R. Heydon, D. Fancourt y A. J. Cohen (eds.), *The Routledge Companion to Interdisciplinary Studies in Singing*, 3, 50-60. Nueva York: Routledge. DOI: 10.4324/9781315162546-8
- Schladt, T. M., Nordmann, G. C., Emilius, R., Kudielka, B. M., de Jong, T. R. y Neumann, I. D. (2017). Choir versus solo singing: effects on mood, and salivary oxytocin and cortisol concentrations. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 430. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00430
- Schlaug, G., Jäncke, L., Huang, Y., Staiger, J. F. y Steinmetz, H. (1995). Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*, 33(8), 1047-1055. DOI: 10.1016/0028-3932(95)00045-5

- Schlaug, G., Marchina, S. y Norton, A. (2008). From singing to speaking: Why singing may lead to recovery of expressive language function in patients with Broca's aphasia. *Music perception*, 25(4), 315-323. DOI: 10.1525/mp.2008.25.4.315
- Schlaug, G. (2015). Musicians and music making as a model for the study of brain plasticity. En E. Altenmüller, S. Finger, F. Boller (eds.) *Music, Neurology, and Neuroscience: Evolution, the Musical Brain, Medical Conditions, and Therapies (Progress in Brain Researchs)*, 217, 37-35. DOI: 10.1016/bs.pbr.2014.11.020
- Schneck, D. J. y Berger, D. S. (2006). *The music effect: Music physiology and clinical applications*. Londres: Jessica Kingsley Publishers.
- Schroeder, M. R. (2013). *Computer speech: recognition, compression, synthesis*, 35. Heidelberg: Springer Science & Business Media. DOI: 10.1007/978-3-662-03861-1
- Scott, S. K. (2022). The neural control of volitional vocal production—from speech to identity, from social meaning to song. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 377, 1841. DOI: 10.1098/rstb.2020.0395
- Searl, J., Wilson, K., Haring, K., Dietsch, A., Lyons, K. y Pahwa, R. (2011). Feasibility of group voice therapy for individuals with Parkinson's disease. *Journal of communication disorders*, 44(6), 719-732. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2011.05.001
- Seixas, M. B., Almeida, L. B., Trevizan, P. F., Martinez, D. G., Laterza, M. C., Vanderlei, L. C. M. y Silva, L. P. (2020). Effects of inspiratory muscle training in older adults. *Respiratory care*, 65(4), 535-544. DOI: 10.4187/respcare.06945
- Serrano, C. M. y Allegri, R. F. (2006). Demencia en la enfermedad de Parkinson. En F. Micheli (ed.), *Enfermedad de Parkinson y trastornos relacionados*, 415-438. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Shah, S. M. y Kelly, K. M. (2003). *Principles and practice of emergency neurology: Handbook for emergency physicians*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shields, C. A., Brawley, L. R. y Lindover, T. I. (2005). Where perception and reality differ: Dropping out is not the same as failure. *Journal of behavioral medicine*, 28(5), 481-491. DOI: 10.1007/s10865-005-9012-9

- Shih, L. C., Piel, J., Warren, A., Kraics, L., Silver, A., Vanderhorst, V., Simon, D. K. y Tarsy, D. (2012). Singing in groups for Parkinson's disease (SING-PD): A pilot study of group singing therapy for PD-related voice/speech disorders. *Parkinsonism and related disorders*, 18(5), 548-552. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2012.02.009
- Shill, H. (2013). Respiratory dysfunction. En R. F. Pfeiffer, Z. K. Wszolek y M. Ebadi (eds.), *Parkinson's disease and nonmotor dysfunction*, 379-384 (2ª ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Shiple, K. G. y McAfee J. G. (1992). *Communicative disorders: an assessment manual*. Londres: Singular Publishing Group Inc.
- Sihvonen, A. J., Särkämö, T., Leo, V., Tervaniemi, M., Altenmüller, E. y Soinila, S. (2017). Music-based interventions in neurological rehabilitation. *The Lancet Neurology*, 16(8), 648-660. DOI: 10.1016/s1474-4422(17)30168-0
- Skodda, S., Visser, W. y Schlegel, U. (2010). Short-and long-term dopaminergic effects on dysarthria in early Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission*, 117(2), 197-205. DOI: 10.1007/s00702-009-0351-5
- Skodda, S., Visser, W. y Schlegel, U. (2011). Vowel articulation in Parkinson's disease. *Journal of voice*, 25(4), 467-472. DOI: 10.1016/j.jvoice.2010.01.009
- Smith, M. L. (1891). A new instrument for women, giving health combined with pleasure. En *The Etude*, 9, 108. Philadelphia: Theodore Presser Company.
- Snell, R. S. (2019). *Clinical neuroanatomy* (8ª ed.) R. Splittgerber ed. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Spazzapan, E. A., Marino, V. C. D. C., Cardoso, V. M., Berti, L. C. y Fabron, E. M. G. (2019). Acoustic characteristics of voice in different cycles of life: an integrative literature review. *Revista CEFAC*, 21(3). DOI: 10.1590/1982-0216/201921315018
- Stager, S. V., Sparks, A. D., Bielowicz, S. A. y Edgar, J. D. (2020). The Role of Choral Singing in Speaking Voice Preservation of Aging Adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(7), 2099-2114. DOI: 10.1044/2020\_JSLHR-19-00347
- Stark, J. (2008). *Bel canto: a history of vocal pedagogy*. Toronto: University of Toronto Press.



- Stegemöller, E. L., Radig, H., Hibbing, P., Wingate, J. y Sapienza, C. (2016). Effects of singing on voice, respiratory control and quality of life in persons with Parkinson's disease. *Disability and rehabilitation*, 39(6), 594-600. DOI: 10.3109/09638288.2016.1152610
- Stegemöller, E. L., Hibbing, P., Radig, H. y Wingate, J. (2017). Therapeutic singing as an early intervention for swallowing in persons with Parkinson's disease. *Complementary Therapies in Medicine*, 31, 127-133. DOI:10.1016/j.ctim.2017.03.002
- Stemple, J. C. y Hapner, E. R. (2019). *Voice therapy: clinical case studies* (5ª ed.). San Diego: Plural Publishing.
- Stemple, J. C., Roy, N. y Klaben, B. K. (2020). *Clinical voice pathology: Theory and management*, (6ª ed.). San Diego: Plural Publishing.
- Stokes, M. y Stack, E. (2013). *Fisioterapia en la rehabilitación neurológica*. Madrid: Elsevier.
- Stone, N. L., Millar, S. A., Herrod, P. J., Barrett, D. A., Ortori, C. A., Mellon, V. A. y O'Sullivan, S. E. (2018). An analysis of endocannabinoid concentrations and mood following singing and exercise in healthy volunteers. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 269. DOI: 10.3389/fnbeh.2018.00269
- Sundberg, J. (1987). *The science of the singing voice*. DeKalb: Northern Illinois University Press.
- Švec, J. G., Sundberg, J. y Hertegård, S. (2008). Three registers in an untrained female singer analyzed by videokymography, strobolaryngoscopy and sound spectrography. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(1), 347-353. DOI: 10.1121/1.2804939
- Švec, J. G., Granqvist, S. y Sramkova, H. (2009). Basic Requirements on Microphones for Voice Recordings. En C. Manfredi (ed.) *Proceedings of Models and analysis of vocal emissions for biomedical applications: 6th International Workshop (MAVEBA 2009)*, 157-160. Florencia: Firenze University Press.
- Švec, J. G. y Granqvist, S. (2010). Guidelines for selecting microphones for human voice production research. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 19(4), 356-68. DOI: 10.1044/1058-0360(2010/09-0091

- Takemoto, H. (2001). Morphological analyses of the human tongue musculature for three-dimensional modeling. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44 (1), 95-107. DOI: 10.1044/1092-4388(2001/009)
- Tamplin, J. y Grocke, D. (2008). A music therapy treatment protocol for acquired dysarthria rehabilitation. *Music Therapy Perspectives*, 26(1), 23-29. DOI: 10.1093/mtp/26.1.23
- Tamplin, J., Baker, F. A., Grocke, D., Brazzale, D. J., Pretto, J. J., Ruehland, W. R., Buttifant, M., Brown, D. J. y Berlowitz, D. J. (2013). Effect of singing on respiratory function, voice, and mood after quadriplegia: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(3), 426-434. DOI: 10.1016/j.apmr.2012.10.006
- Tamplin, J., Morris, M. E., Marigliani, C., Baker, F. A. y Vogel, A. P. (2019). ParkinSong: A Controlled Trial of Singing-Based Therapy for Parkinson's Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 33(6), 453-463. DOI: 10.1177/1545968319847948
- Tanner-Semple, M., Wiens, H. y Campbell, M. (2005) Singing lessons for people with Parkinson's disease. En Poster presentado a la Canadian Association of Speech Language Pathology and Audiology Convention en Regina.
- Tanner, M. A. (2012). *Voice improvement in Parkinson's disease: Vocal pedagogy and voice therapy combined*. Tesis doctoral. Edmonton: Universidad de Alberta.
- Tanner, M., Rammage, L. y Liu, L. (2015). Does singing and vocal strengthening improve vocal ability in people with Parkinson's disease?. *Arts and Health*, 8(3), 199-212. DOI: 10.1080/17533015.2015.1088047
- Tanzmeister, S., Rominger, C., Weber, B., Tatschl, J. M. y Schwerdtfeger, A. R. (2022). Singing at 0.1 Hz as a Resonance Frequency Intervention to Reduce Cardiovascular Stress Reactivity?. *Frontiers in Psychiatry*, 13. DOI: 10.3389/fpsy.2022.876344
- Teixeira, J. P. y Fernandes, P. O. (2014). Jitter, Shimmer and HNR classification within gender, tones and vowels in healthy voices. *Procedia Technology*, 16, 1228-1237. DOI: 10.1016/j.protcy.2014.10.138

- Thaut, M. H. (2005a). The Future of Music in Therapy and Medicine. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1), 303–308. DOI: 10.1196/annals.1360.023
- Thaut, M. H. (2005b). *Rhythm, Music, and the Brain: scientific foundations and clinical applications*. New York: Routledge.
- Thaut, M. y Hoemberg, V. (2014). *Handbook of neurologic music therapy*. Oxford: Oxford University Press.
- Thibodeau, G. A. y Patton, K. (2013). *Anthony's textbook of anatomy & physiology* (20<sup>a</sup> ed.) San Luis: Mosby Elsevier.
- Thijs, Z. y Watts, C. R. (2020). Perceptual Characterization of Voice Quality in Nonadvanced Stages of Parkinson's Disease. *Journal of Voice*. DOI: 10.1016/j.jvoice.2020.05.007.
- Thorndike, E. L. y Woodworth, R. S. (1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. *Psychological Review*, 8, 247-261.
- Tieland, M., Trouwborst, I. y Clark, B. C. (2018). Skeletal muscle performance and ageing. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 9(1), 3-19. DOI: 10.1101/cshperspect.a029785
- Timmler, S. y Simons, M. (2019). Grey matter myelination. *Glia*, 1–8. DOI: 10.1002/glia.23614
- Titze, I. R. (1994). *Principles of voice production*. Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Titze, I. R. (1995). *Workshop on acoustic voice analysis: Summary statement*. Denver: National Center for Voice and Speech.
- Titze, I. R. (2001). *Acoustic Interpretation of Resonant Voice*. *Journal of Voice*, 15(4), 519–528. DOI: 10.1016/S0892-1997(01)00052-2
- Titze, I. R. (2004). A theoretical study of  $f_0$ - $F_1$  interaction with application to resonant speaking and singing voice. *Journal of Voice*, 18(3), 292-298. DOI: 10.1016/j.jvoice.2003.12.010
- Titze, I. (2008). Nonlinear source–filter coupling in phonation: Theory. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(5), 2733–2749. DOI: 10.1121/1.2832337

- Titze, I. R., Baken, R. J., Bozeman, K. W., Granqvist, S., Henrich, N., Herbst, C. T., Howard, D. M., Hunter, E. J., Kaelin, D., Kent, R. D., Kreiman, J., Kob, M., Löfqvist, A., McCoy, S., Miller, D. G., Noé, H., Scherer, R. C., Smith, J. R., Story, B. H., Švec, J. G., Ternström, S. y Wolfe, J., (2015). Toward a consensus on symbolic notation of harmonics, resonances, and formants in vocalization. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(5), 3005-3007. DOI: 10.1121/1.4919349
- Tonkinson, S. (1994). The Lombard effect in choral singing. *Journal of Voice*, 8(1), 24-29. DOI: 10.1016/S0892-1997(05)80316-9
- Tremblay, S., Houle, G. y Ostry, D. J. (2008). Specificity of Speech Motor Learning. *Journal of Neuroscience*, 28(10), 2426–2434. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.4196-07.2008
- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. y Malik, A. S. (2017). The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in psychology*, 8, 1454. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.01454
- Van Dixhoorn, J. (2007). Whole-body breathing. En P. M. Lehrer, R. L. Woolfolk, W. E. Sime (eds.), *Principles and practices of stress management*, 291-332 (3ª ed.). Nueva York: The Guilford Press.
- Van Leer, E. y Connor, N. P. (2010). Patient perceptions of voice therapy adherence. *Journal of Voice*, 24(4), 458-469. DOI: 10.1016/j.jvoice.2008.12.009
- Van Leer, E. (2021). Enhancing adherence to voice therapy via social cognitive strategies. En *Seminars in Speech and Language*, 42(1), 019-031. Thieme Medical Publishers, Inc. DOI: 10.1055/s-0040-1722755
- Vennard, W. (1967). *Singing: the mechanism and the technic*. Nueva York: Carl Fischer.
- Verdolini, K. (2000). Principles of skill acquisition applied to voice training. En B. Acker y M. E. Hampton, *The Vocal Vision: views on voice by 24 leading teachers, coaches and directors*, 65-80 (2ª ed.). Nueva York: Applause Theatre and Cinema Books.
- Verdonck-de Leeuw, I. M. y Mahieu, H. F. (2004). Vocal aging and the impact on daily life: a longitudinal study. *Journal of voice*, 18(2), 193-202. DOI: 10.1016/j.jvoice.2003.10.002

- Wan, C. Y., Rüüber, T., Hohmann, A. y Schlaug, G. (2010). The therapeutic effects of singing in neurological disorders. *Music perception: An interdisciplinary journal*, 27(4), 287-295. DOI: 10.1525/mp.2010.27.4.287
- Wan, C. Y., Bazen, L., Baars, R., Libenson, A., Zipse, L., Zuk, J., Norton, A. y Schlaug, G. (2011). Auditory-motor mapping training as an intervention to facilitate speech output in non-verbal children with autism: a proof of concept study. *PLoS One*, 6(9). DOI: 10.1371/journal.pone.0025505
- Wan, C. Y., Zheng, X., Marchina, S., Norton, A. y Schlaug, G. (2014). Intensive therapy induces contralateral white matter changes in chronic stroke patients with Broca's aphasia. *Brain and language*, 136, 1-7. DOI: 10.1016/j.bandl.2014.03.011
- Watson, A. (2019). Breathing in singing. En G. F. Welch, D. M. Howard y J. Nix (eds.), *The Oxford Handbook of Singing*, 90-103. Oxford: Oxford University Press.
- West, M. (2017). Music therapy in antiquity. En P. Horden (ed.), *Music as medicine*, 51-68. Nueva York: Routledge.
- Whitfield, J. A., Reif, A. y Goberman, A. M. (2018). Voicing contrast of stop consonant production in the speech of individuals with Parkinson disease ON and OFF dopaminergic medication. *Clinical linguistics & phonetics*, 32(7), 587-594. DOI: 10.1080/02699206.2017.1387816
- Whitfield, J. A. (2020). Sources of Intraspeaker Variation in Parkinsonian Speech Related to Speaking Style. In *Automatic Assessment of Parkinsonian Speech Workshop*, 24-41. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-65654-6\_2
- Wiens, M. E., Reimer, M. A. y Guyn, H. L. (1999). Music therapy as a treatment method for improving respiratory muscle strength in patients with advanced multiple sclerosis: a pilot study. *Rehabilitation Nursing*, 24(2), 74-80. DOI: 10.1002/j.2048-7940.1999.tb01840.x
- World Health Organization (2022). *Parkinson disease: a public health approach: technical brief*.

- Yang, S., Wang, F., Yang, L., Xu, F., Luo, M., Chen, X., Feng, X. y Zou, X. (2020). The physical significance of acoustic parameters and its clinical significance of dysarthria in Parkinson's disease. *Scientific Reports*, 10(1), 1-9. DOI: 10.1038/s41598-020-68754-0
- Yeo, M. S., Yoo, G. E., Cho, S. R. y Kim, S. J. (2021). Does etiology matter? Comparative analysis of a singing-enhanced swallowing protocol for patients with neurological impairment versus head and neck cancer. *Brain Sciences*, 11(8), 997. DOI: 10.3390/brainsci11080997
- Yinger, O. S. y Lapointe, L. L. (2012) The effects of participation in a group music therapy voice protocol (G-MTVP) on the speech of individuals with Parkinson's disease. *Music Therapy Perspectives*, 30, 25-31. DOI: 10.1093/mtp/30.1.25
- York, A. R. (2020). *The Influence of Individual Singing Lessons on Voice Quality and Voice-Related Quality of Life in Adults with Parkinson's Disease*. Tesis doctoral. Coral Gables: University of Miami.
- Young, M. (2019). Proximity/Infinity: The mediated voice in mobile music. En N. Eidsheim y K. Meizel (eds.). *The Oxford Handbook of Voice Studies*, 403-418. Nueva York: Oxford University Press.
- Yu, Q. y Kitayama, S. (2021). Does facial action modulate neural responses of emotion? An examination with the late positive potential (LPP). *Emotion*, 21(2), 442-446. DOI: 10.1037/emo0000717
- Zarate, J. M., Ritson, C. R. y Poeppel, D. (2012). Pitch-interval discrimination and musical expertise: Is the semitone a perceptual boundary?. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 132(2), 984-993. DOI: 10.1121/1.4733535
- Zhang, Z. (2021). The Physical Aspects of Vocal Health. *Acoustics Today*, 17(3), 60-68. DOI: 10.1121/AT.2021.17.3.60
- Zhu, M., Wang, L., Bai, X. y Peng, K. A. (2018). Hard onset therapy for functional hypoadduction and presbylaryngis: Our experience in 22 patients. *Clinical Otolaryngology*, 43(4), 1122-1125. DOI: 10.1111/coa.13078
- Zsiga, E. C. (2012). *The sounds of language: An introduction to phonetics and phonology*. Chichester: John Wiley & Sons.

Zurita, A. (2005). Guía técnica de intervención logopédica en la enfermedad de Parkinson. En C. Gallego (ed.), *Proyecto editorial Trastornos del lenguaje, serie Guías Técnicas*. Madrid: Síntesis.

## 8. Materiales suplementarios

### 8.1 Certificado del Comité de Ética de la Investigación

Vicerrectorado de Investigación e Internacionalización



**D<sup>a</sup> ESTHER SOUTO GALVÁN, PRESIDENTA DEL COMITÉ DE BIOÉTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA**

**CERTIFICA:** Que a la vista de los informes favorables presentados por los miembros del Comité de Bioética, se adopta el siguiente ACUERDO:

El proyecto titulado: "Estudio acústico de la producción vocal de un grupo de personas con trastorno neurodegenerativo: Parkinson" cumple todos los requisitos de idoneidad requeridos por este Comité para proyectos que implican investigación con personas.

Y para que conste, se expide el presente certificado que se remite a **D<sup>a</sup> Nuria Polo Cano** como responsable del Proyecto al que se alude en el acuerdo transcrito.

Madrid, 7 de marzo de 2017

La Presidenta del Comité de Bioética

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Esther Souto Galván'.

D<sup>a</sup> Esther Souto Galván  
Vicerrectora de Investigación e  
Internacionalización





## 8.2 Modelo de consentimiento informado



### Estudio acústico de la producción vocal de un grupo de personas con trastorno neurodegenerativo: Parkinson

El presente proyecto es parte de la tesis doctoral de Pilar Lirio (IEV) dirigida por Pedro Gómez Vilda (UPM) y Nuria Polo Cano (UNED).

Para dicho estudio son necesarios 20 participantes de entre 50 y 85 años, sin problemas auditivos graves pero con un sentido de afinación de nivel medio (ser capaz de repetir melodías simples) y con un grado de afección según el test de Hoen&Yahr de 3 como máximo. Es necesario, para la correcta comprensión de los ejercicios técnicos que se pedirán efectuar, que los participantes no estén afectados de ninguna discapacidad cognitiva. Si usted cumple con estos requisitos, les estaríamos muy agradecidos si quisiera participar en nuestro estudio.

#### Objetivo del estudio

El objetivo principal de la tesis es realizar un estudio acústico de la producción vocal de un grupo de personas con Parkinson antes y después de recibir una clase de canto. Para ello, se realizará una grabación de la sesión consistente en la emisión de las 5 vocales del español y de algunos grupos silábicos con voz hablada, la sesión de canto de unos 45 minutos centrada en ejercicios de técnica respiratoria y vocalizaciones y, para acabar, de nuevo la emisión de las 5 vocales y los grupos silábicos.

Necesitamos que usted se comprometa a asistir durante 4 sesiones seguidas, a razón de una sesión semanal de una hora de duración cada sesión. Las grabaciones se realizarán principalmente en la sede de la Asociación de Parkinson de Madrid y se utilizarán sólo con el fin de realizar investigaciones en este campo.

Además necesitaremos repetir el experimento con un grupo de control de características similares (edad, sexo, etc.) pero sin que sufran la enfermedad.

#### ¿Existen riesgos asociados a la participación en el estudio?

No. No existe absolutamente ningún riesgo ni para usted, ni para su salud física, psicológica, legal o social derivado de la participación en el estudio puesto que sólo se trata de realizar una grabación de su voz. Además, todo el protocolo ha sido revisado por la junta de la asociación de Parkinson de Madrid.

#### ¿Existen beneficios asociados a la participación en el estudio?

Los participantes en este estudio no recibirán ningún tipo de compensación económica. Sin embargo, los beneficios obtenidos están asociados a la mejoría que se espera encontrar dentro de las sesiones, que dicha mejoría sea duradera a largo plazo (al menos el tiempo que dure el entrenamiento) y que conozcan una herramienta diferente para ayudar en los problemas de voz asociados a la enfermedad.

#### Revocación del consentimiento

Si, en el caso de decidir participar inicialmente, en algún momento del estudio usted desea dejar de participar, le rogamos que nos lo comuniqué y a partir de ese momento se dejarán de utilizar las grabaciones que serán borradas de nuestra base de datos.

#### Uso y confidencialidad de los datos

Los datos que se obtengan de su participación serán utilizados únicamente con los fines mencionados anteriormente y solamente por parte del equipo que forma parte de la investigación, guardándose siempre sus datos personales en un lugar seguro de tal manera que ninguna persona ajena pueda acceder a esta información y atendiendo a un estricto cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999 sobre la Protección de Datos de Carácter Personal.

La persona responsable del tratamiento de datos será la misma que toma los datos para el experimento y realiza la tesis, Pilar Lirio.

En ningún caso se harán públicos ni su nombre ni sus datos personales así como la información clínica sobre medicación y horarios de toma para estudiar su influencia sobre los resultados y el grado en la escala Hoen&Yahr de su enfermedad. Nadie será informado de su participación en el estudio, siempre garantizando la plena confidencialidad de los datos y el riguroso cumplimiento del secreto profesional en el uso y manejo de la información y el material obtenidos.

**Si tiene alguna pregunta antes de decidir si participar o no, por favor no dude en contactar con los miembros del equipo de investigación.**

**DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO**

Yo, Don/Dña. ....

DNI ..... he leído el documento de consentimiento informado que me ha sido entregado, he recibido suficiente información sobre el estudio, he comprendido las explicaciones facilitadas acerca de la grabación de la sesión y he podido resolver todas las dudas y preguntas que he planteado al respecto.

Comprendo que, mi participación será voluntaria, que podré retirarme del estudio cuando lo desee y sin necesidad de dar ninguna explicación ni tener repercusiones negativas para mí, y que puedo revocar el consentimiento que ahora presento en una fase posterior.

También he sido informado/a de que mis datos personales serán protegidos y serán utilizados únicamente con fines de investigación sobre la acústica de la voz antes y después de una sesión técnica de voz cantada.

Tomando todo ello en consideración y en tales condiciones, CONSIENTO participar en el proyecto de investigación antes mencionado, en la grabación de las sesiones y que los datos que se deriven de mi participación puedan ser analizados por los investigadores responsables del estudio y que los resultados anónimos obtenidos sean utilizados en publicaciones científicas.

En ..... a ..... de ..... de 20.....

Firmado:

Don/Dña. \_\_\_\_\_ (El/la voluntario/a)

### 8.3 Canciones elegidas por los participantes y partituras

Las canciones que se utilizaron para las clases técnicas dependieron, sobre todo, de las preferencias de los participantes. Algunos de ellos no llegaron a alcanzar suficiente número de sesiones como para preparar las canciones por completo por ser necesario un mayor número de sesiones para ello.

<b>PARTICIPANTE</b>	<b>CANCIONES</b>
GPH01	No puede ser, "La tabernera del Puerto" (Sorozábal)
GPH02	Granada (Lara)
GPH03	Granada (Lara)
GPH04	Esta tarde vi llover (Manzanero)
GPM01	Zapateado, "La tempranica" (Giménez) La paloma (Iradier)
GPM02	Noche hermosa, "Katiuska" (Sorozábal) Cuando clava mi moreno, "La Revoltosa" (Chapi)
GPM03	De España vengo, "El niño judío" (Luna) Granada (Lara)
GPM04	Canciones propias compuestas por ella misma
GCH01	Canción del vagabundo, "Alma de Dios" (Serrano) Sound of silence (Simon y Garfunkel)
GCH02	Mediterráneo (Serrat) Sound of silence (Simon y Garfunkel)
GCH03	No pudo preparar ninguna canción
GCM01	La canción de las tres morillas, "Cancionero de Palacio", Anónimo
GCM02	Como una ola (Rocío Jurado). Sin partitura.

Estas son algunas muestras de las partituras utilizadas. El cancionero completo supondría unas 75 páginas de música. Se encuentra, no obstante, a disposición de quien desee consultarlas.

# Zapateado

La tempranica

J. Romea

G. Giménez

## Air de Zapateado

Musical score for 'Air de Zapateado' in 8/8 time. It consists of two systems of piano accompaniment. The first system starts with a forte (*ff*) dynamic. The second system begins at measure 5. The music features a rhythmic pattern of eighth and sixteenth notes with accents.

Musical score for 'GRABIÉ' in 8/8 time. It includes a vocal line and piano accompaniment. The lyrics are: "La ta - rán - tu - la é un bi - cho mú ma - lo; No se ma - ta con pie - ra ni". The piano part starts at measure 10 with a piano (*p*) dynamic.

Musical score for 'GRABIÉ' in 8/8 time. It includes a vocal line and piano accompaniment. The lyrics are: "pa - lo;". The piano part starts at measure 14 with a forte (*ff*) dynamic.

# Noche hermosa

Katiuska

G. del Castillo y M. M. Alonso

P. Sorozábal

Moderato

mf

The piano introduction consists of five measures in 3/4 time. The right hand features a series of chords and dyads, while the left hand provides a steady accompaniment with chords and single notes.

6 KATIUSKA

No-che her-mo - sa \_\_\_\_\_ de jaz-mi-nes per-fu - ma - da, di - le al e - co \_\_\_\_\_

The vocal line begins with a melodic phrase in the first measure, followed by a rest. The piano accompaniment continues with a consistent rhythmic pattern of chords and dyads.

12

que re - pi - ta mis pa - la - bras, no-che her-mo - sa \_\_\_\_\_ que de lu-na es-tás ne -

The vocal line continues with a melodic phrase in the first measure, followed by a rest. The piano accompaniment continues with a consistent rhythmic pattern of chords and dyads.

# MEDITERRANEO

Letra y Música: Joan Manuel Serrat

Moderatamente e ritmico

Am E Am E Am E

*mf*

Lam Mi Lam Mi Lam Mi

Qui-zas por-que mi ni - ñez si - gue ju - gan - do en tu pla - ya  
 Y te a - cer - cas, y te vas des - pués de be - sar mi al - de - a.

Am E Am E Am E

Lam Mi Lam Mi Lam Mi

y es - con - di - do tras las ca - ñas duer - me mi pri - mer a - mor, lle - vo tu luz y tu o -  
 Ju - gan - do con la ma - re - a te vas, pen - san - do en vol - ver. E - res co - mo u - na mu -

Am G C E Am G

Lam Sol Do Mi Lam Sol

lor por don - de quie - ra que va - ya y a - mon - to - na - do en tu a - re - na  
 jer per - fu - ma - di - da de bre - a que se a - ño - ra y que se quie - re

F G C E Am

Fa Sol Do Mi Lam

© 1972 by JOAN MANUEL SERRAT TERESA

Edición exclusiva para todos los países del mundo: Ediciones Musicales PIPO, S.A. - Avda de los Madroños, 27 - 28043 Madrid  
 Reservados todos los derechos. All rights reserved. International Copyright secured

# The Sound of Silence

Paul Simon

$\text{♩} = 100$

Art *f* Hel-lo dark-ness my old friend,

Paul *f*

Acoustic Guitar *f*

Electric Guitar

Bass Guitar

Drumset

Detailed description: This system contains the first five measures of the song. The tempo is marked as quarter note = 100. The key signature has three flats (B-flat, E-flat, A-flat) and the time signature is 3/4. The vocal line (Art) begins with a rest for four measures, then enters in the fifth measure with the lyrics 'Hel-lo dark-ness my old friend,'. The piano accompaniment (Paul) also has a four-measure rest before entering in the fifth measure with a melody. The acoustic guitar (Acoustic Guitar) plays a rhythmic pattern of eighth notes starting from the first measure, marked with a forte (*f*) dynamic. The electric guitar (Electric Guitar) has a four-measure rest before entering in the fifth measure with a melody. The bass guitar (Bass Guitar) and drumset (Drumset) parts are shown as rests for all five measures.

6

Art I've come to talk with you a - gain.

Paul

Ac. Guit.

El. Guit.

B. Guit.

Drs.

Detailed description: This system contains measures 6 through 10. The vocal line (Art) continues with the lyrics 'I've come to talk with you a - gain.' in measure 6. The piano accompaniment (Paul) continues its melodic line. The acoustic guitar (Ac. Guit.) continues its eighth-note rhythmic pattern. The electric guitar (El. Guit.) continues its melodic line. The bass guitar (B. Guit.) and drumset (Drs.) parts remain as rests for all five measures.