



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Osteopatía y Terapia Manual

Influencia de ejercicios activos de columna cervical en la
posición de la cabeza y su repercusión en el equilibrio
estático en población de edad avanzada usuaria de centros
geriátricos

Autor:

Fulgencio Buendía López

Director:

Dr. D. José Luis Martínez Gil

Murcia, 27 de septiembre de 2017



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Osteopatía y Terapia Manual

Influencia de ejercicios activos de columna cervical en la
posición de la cabeza y su repercusión en el equilibrio
estático en población de edad avanzada usuaria de centros
geriátricos.

Autor:

Fulgencio Buendía López

Director:

Dr. D. José Luis Martínez Gil

Murcia, 27 de septiembre de 2017



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

AUTORIZACIÓN DE LO/S DIRECTOR/ES DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. José Luis Martínez Gil como Director de la Tesis Doctoral titulada “Influencia de ejercicios activos de columna cervical en la posición de la cabeza y su repercusión en el equilibrio estático en población de edad avanzada usuaria de centros geriátricos” realizada por D. Fulgencio Buendía López en el Departamento de Ciencias de la Salud, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 24 de julio de 2017

RESUMEN

Introducción. El estudio de la posición de la cabeza en el plano sagital es interés de estudio desde hace tiempo y con la intención de facilitararlo cada vez aparecen más trabajos que utilizan referencias anatómicas externas. La alteración de la posición cabeza en este plano se puede modificar con estiramientos de musculatura agonista y tonificación de musculatura antagonista y además tiene repercusión en el equilibrio.

Objetivo. Comprobar si unos ejercicios activos de columna cervical modifican la posición de la cabeza en el plano sagital en población de edad avanzada usuaria de centros geriátricos, si modifican el equilibrio y si hay relación entre ambas modificaciones.

Material y método. Se incluyó en el estudio a 95 voluntarios (30 hombres y 65 mujeres) de 5 centros geriátricos, que realizaron durante 10 semanas unos ejercicios cervicales activos en todos los ejes guiados y controlados por un fisioterapeuta del centro. Se evaluó la DME en sedestación y bipedestación, con la utilización de referencias externas, y el control del equilibrio mediante la Long, DT y Vel total, en el eje X y en el eje Y del CoP con plataforma estabilométrica antes y después de la realización de los ejercicios. La comparación de variables continuas se ha realizado mediante el test t-Student. Para el análisis inferencial de las variables se realizó el test t-Student y el análisis de varianza (ANOVA y ANCOVA) múltiple para medidas repetidas con dos factores a estudio y una covariable: un factor intrasujeto (tiempo: inicial y final), un factor intersujeto (condición experimental aplicada: experimental (ejercicios de movilización activa) y control (sin ejercicios de movilización activa)) y una covariable (tiempo de estancia en el Centro). Para el análisis post-hoc se realizó test de Bonferroni. Se realizaron las comparaciones para aquellos efectos significativos con la opción de asumir o no igualdad de varianzas. Todo el análisis estadístico se realizó utilizando inicialmente el total de la muestra; posteriormente se hizo un análisis estratificado en función de la edad (mayores y menores de 80 años). Se realizó la correlación lineal de Pearson para establecer la existencia de relación entre las

variables. En el conjunto de pruebas estadísticas el nivel de significación utilizado fue de 0,05.

Resultados. Para la DME no encontramos diferencias significativas entre el GC (n=43) y el GE (n=52), ni en sedestación (p=0,25) ni en bipedestación (p=0,20). En el control del equilibrio, con toda la muestra encontramos que el GE mejora en todas las variables excepto en Long_Y_OC y DT_Y_OC respecto al GC sin obtener diferencias significativas intragrupo ni intergrupo. Si reducimos la muestra a sujetos con edad igual o inferior a 80 años, al comparar los dos grupos encontramos una fuerte tendencia a la mejora en todas las variables de Long, habiendo alguna significación estadística en el GE.

Conclusiones. Los resultados muestran que los ejercicios no modificaron la posición de la cabeza pero sí encontramos una ligera tendencia a mejorar el control del equilibrio en toda muestra con sujetos de edad igual o inferior a 80 años y anulando el factor tiempo de institucionalización.

Palabras clave. Distancia malar-esternal. Control del equilibrio. Ejercicios de movilidad cervical.

ABSTRACT

Introduction. The study of the position of the head in the sagittal plane has long been considered and with the intention of facilitating it, more and more works using external anatomical references have been published. The alteration of the head position in this plane can be modified by stretching the agonist musculature and strengthening the antagonist musculature and it also has an effect on a person's balance.

Purpose. To check whether active cervical spine exercises can modify the position of the head in the sagittal plane in elderly population attending geriatric centers, whether they can change a person's balance and whether there is a relationship between the two modifications.

Material and method. The study included 95 volunteers (30 men and 65 women) in 5 geriatric centers who underwent active cervical exercises on all axes, guided and controlled by a staff physiotherapist for 10 weeks. MED was evaluated in both sedestation and standing position and the balance control by the Long, SD and total Vel, in the X axis and in the Y axis of the CoP with a stabilometric platform before and after carrying out the exercises. The comparison of continuous variables was carried out using the t-Student test. For the inferential analysis of the variables, the t-Student test and a multiple analysis of variance (ANOVA y ANCOVA) was accomplished for repeated measures with two factors under study and a covariate: an intrasubject factor (time: initial and final), an intersubject factor (experimental condition applied: experimental of active mobilization) and control (without active mobilization exercises)) and a covariate (length of stay in the Center). For the post-hoc analysis, a Bonferroni test was done. Comparisons were made for those significant effects with the option of assuming equal variances or not. All statistical analysis was fulfilled using the total sample; a stratified analysis was then made based on age (older and younger than 80 years). Pearson's linear correlation was carried out to establish the relationship between the variables. In the set of statistical tests the level of significance used was 0.05.

Results. For DME, we did not find significant differences between the GC (n=43) and the SG (n=52), neither in the sitting ($p=0,25$) nor in the standing position ($p=0,20$). In the balance control, in the whole sample we found that the experimental group improved slightly in all the variables except for Long_Y_OC and DT_Y_OC with reference to the control group without obtaining significant differences in the aforementioned group itself nor between the two groups. If we reduce the sample to subjects aged 80 years and younger, when comparing the two groups, in all the Long variables we find a strong tendency to improvement, with some statistical significance in the EG.

Conclusion. The results show that the exercises did not change the position of the head but we do find a tendency to improve the balance control with subjects aged 80 years or less and not considering the institutionalization time factor.

Keywords. Malar-sternal distance. Balance control. Cervical mobility exercises.

AGRADECIMIENTOS

En la elaboración de este trabajo he contado con la colaboración, directa o indirecta, y apoyo de instituciones y personas y gracias a muchos de ellos ha sido posible llevarlo a cabo. A riesgo de dejarme a alguno en el tintero, quiero expresar mi agradecimiento a:

Cada una de las residencias que nos han permitido introducirnos en el desarrollo de su actividad, en algunos casos alterándola, para poder realizar nuestra labor.

Todos los fisioterapeutas de las residencias que han participado en el control y realización de los ejercicios propuestos, siempre dispuestos a colaborar y facilitarnos el trabajo, un especial agradecimiento: Daniel Conesa, Ignacio Martínez, Aranxta Esparza, Jesús Pagán y Tamara Gil.

Todos los voluntarios que han participado en el estudio, que han hecho gala de una paciencia infinita y una ilusión y estímulo que pueden servir de ejemplo.

Las alumnas internas de 4º curso M^a Carmen Sáez, ahora compañera, y Elena Portaceli por su predisposición y participación incondicional en la valoración y toma de datos de los participantes.

Vicente Ávila, por el “empujón” y estímulo que necesitaba en el momento oportuno para afrontar la parte final de este trabajo.

Andrés Martínez-Almagro, por el interés que siempre me ha mostrado y su predisposición a facilitar que este estudio llegue a buen puerto.

Los compañeros del departamento que me han mostrado su apoyo y comprensión, especialmente a Juan Diego Ruiz y Juanjo Rodríguez, que en esas conversaciones puntuales que hemos tenido me han abierto el camino, y a Raúl Pérez, que por llevar caminos paralelos en este recorrido nos hemos servido de desahogo y consuelo mutuo.

Javier López Román, eterno agradecimiento ya que sin su participación, totalmente desinteresada, con toda probabilidad ($p < 0,05$) este trabajo no estaría concluido.

Mis amigos Paco y Diego, con los que llevo compartiendo buenos momentos y no tan buenos desde hace mucho tiempo, han aguantado mis monólogos sobre este trabajo y me han animado.

Andrés Hernández, por estar siempre pendiente todos estos años, por ser ese apoyo que se necesita, por las orientaciones que me ha dado en la evolución del trabajo, por las gestiones, por tu trato.

José Luis García, por el café de los martes, por las descargas que me has hecho sin pedir ni esperar nada a cambio, por estar pendiente de las necesidades que he tenido, por toda la ayuda y orientaciones que me has dado, por hacer de la filantropía parte de tu vida..

Toñi Murcia, por escucharme cuando lo he necesitado, por las orientaciones que me has dado, los buenos consejos y por las inyecciones de optimismo a lo largo del desarrollo del trabajo que tanto me han ayudado a seguir hacia adelante. Por estar ahí.

José Luis Martínez, por confiar en mí a nivel personal y laboral, por toda la ayuda que me has prestado en muchas ocasiones de forma velada, por tu implicación conmigo en el trabajo y en este trabajo, por los buenos momentos que hemos pasado juntos y espero que sigamos pasando. Por ser un buen amigo.

A toda mi familia, destacando a mis suegros, Juan y Mary, y especialmente a mis padres, Fulgencio y Doly, que siempre se han preocupado y procurado darme una buena educación, formación y valores que han hecho de mí la persona que soy. Quiero acordarme de aquellos que ya no están con nosotros, pero que allá donde estén seguro que me han estado dando ánimos.

Y por último y más importante, a las tres personas que más tengo presentes y me sirven de estímulo en el día a día, que más he desatendido y más tiempo han dejado de pasar conmigo para hacer realidad este proyecto, Maribel, Elena y Álvaro.

"En ocasiones tenemos que abandonar la vida que
habíamos planeado, porque ya no somos la misma
persona que hizo aquellos planes"

Javier Iriondo.

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	15
SIGLAS Y ABREVIATURAS	19
ÍNDICE DE FIGURAS	23
ÍNDICE DE TABLAS	27
ÍNDICE DE ANEXOS	30
I INTRODUCCIÓN	33
1.1 POSICIÓN DE LA CABEZA	33
1.1.1 Valoración de la posición de la cabeza en el plano sagital	34
1.1.2 Variación de la posición de la cabeza en el plano sagital	37
1.1.3 Corrección de la posición de la cabeza en el plano sagital	39
1.2. EQUILIBRIO Y POSTURA	41
1.2.1 Conceptos	41
1.2.2 Control de la postura y del equilibrio	43
1.2.3 Estabilometría	46
1.2.4 Envejecimiento y control de la postura y del equilibrio	50
II JUSTIFICACIÓN	55
III OBJETIVOS	59
IV MATERIAL Y MÉTODO	63
4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	63
4.2 FASES DEL ESTUDIO	63
4.2.1 Fase de contacto e información	64
4.2.2 Fase de reclutamiento de la muestra	65
4.2.3 Fase de valoración inicial y aleatorización de la muestra	66
4.2.3.1 Valoración inicial	66
4.2.3.2 Aleatorización de la muestra	67
4.2.4 Fase de intervención	67
4.2.5 Fase de valoración final	67

4.2.6 Fase de análisis estadístico	68
4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	68
4.3.1 Cálculo del tamaño muestral	69
4.3.2 Criterios de selección de la muestra	69
4.3.2.1 <i>Criterios de inclusión</i>	69
4.3.2.2 <i>Criterios de exclusión</i>	69
4.4 REGISTROS Y VARIABLES DE ESTUDIO	70
4.4.1 Datos registrados	70
4.4.1.1 <i>Datos directos</i>	70
4.4.1.2 <i>Datos indirectos</i>	71
4.4.1.3 <i>Datos de las mediciones realizadas</i>	71
4.4.1.4 <i>Datos de las valoraciones realizadas</i>	71
4.4.2 Variables de estudio	76
4.5 PROCEDIMIENTO DE MEDIDA Y DE VALORACIÓN E INSTRUMENTOS UTILIZADOS ...	78
4.5.1 Valoración del dolor	78
4.5.2 Valoración de la distancia malar-esternal	79
4.5.2.1 <i>Distancia malar-esternal en posición de sedestación</i>	79
4.5.2.2 <i>Distancia malar-esternal en posición de bipedestación</i>	79
4.5.3 Valoración del control del equilibrio y medición del peso	81
4.5.4 Medición de la talla	82
4.5.5 Protocolo del procedimiento de medida y valoración	83
4.5.6 Instrucción y funciones de los evaluadores	84
4.6 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN EN EL GRUPO EXPERIMENTAL	85
4.7 PROCESAMIENTO DE DATOS	87
4.8 PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS	88
4.8.1 Manejo de datos	88
4.8.2 Análisis estadístico	88
4.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS	89
4.10 CONFLICTO DE INTERESES	89
V RESULTADOS	93
5.1 DIAGRAMA DE FLUJO	93
5.2 DEMOGRAFÍA DE LOS SUJETOS	94
5.3 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN LA DISTANCIA MALAR-ESTERNAL	98

5.3.1 Distancia malar-esternal en posición de sedestación (DMES)	98
5.3.1.1 Variación de la distancia malar-esternal en posición de sedestación	98
5.3.1.2 Comportamiento del desplazamiento de la cabeza en posición de sedestación	101
5.3.2 Distancia malar-esternal en posición de bipedestación (DMEB)	106
5.3.2.1 Variación de la distancia malar-esternal en posición de bipedestación	106
5.3.2.2 Comportamiento del desplazamiento de la cabeza en posición de bipedestación	109
5.4 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN EL EQUILIBRIO	114
5.4.1 Variables de desplazamiento del centro de presiones (CoP) con los ojos abiertos	114
5.4.1.1 Desplazamiento del CoP con los ojos abiertos (Long_OA)	114
5.4.1.1.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable	115
5.4.1.2 Desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos (Long_X_OA)	117
5.4.1.2.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable	118
5.4.1.3 Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos (Long_Y_OA)	120
5.4.1.3.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable	121
5.4.2 Variables de desviación típica del desplazamiento del centro de presiones (CoP) con ojos abiertos	123
5.4.2.1 Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos (DT_X_OA)	123
5.4.2.1.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable	124
5.4.2.2 Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos (DT_Y_OA)	126
5.4.2.2.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable	127
5.4.3 Variables de desplazamiento del centro de presiones (CoP) con ojos cerrados	129
5.4.3.1 Desplazamiento del CoP con los ojos cerrados (Long_OC)	129
5.4.3.1.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable	130
5.4.3.2 Desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados (Long_X_OA)	132
5.4.3.2.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable	133
5.4.3.3 Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados (Long_Y_OC)	135
5.4.3.3.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable	136
5.4.4 Variables de desviación típica del desplazamiento del centro de presiones (CoP) con ojos cerrados	138

5.4.4.1 <i>Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados (DT_X_OC)</i>	138
5.4.4.1.1 <i>Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable</i>	139
5.4.4.2 <i>Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados (DT_Y_OC)</i>	141
5.4.4.2.1 <i>Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable</i>	142
5.5 RELACIÓN ENTRE LA VARIACIÓN EN LA POSICIÓN DE LA CABEZA Y EL EQUILIBRIO	144
5.5.1 Relación en el total de la muestra	144
5.5.2 Relación en la muestra con edad inferior o igual a 80 años	146
5.6 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN EL DOLOR CERVICAL	148
5.6.1 Repercusión en el total de la muestra	148
5.6.2 Repercusión en sujetos sintomáticos	149
5.6.2 Repercusión en sujetos asintomáticos	151
VI DISCUSIÓN	155
6.1 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN LA DISTANCIA MALAR-ESTERNAL Y EN EL DOLOR CERVICAL	155
6.2 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN EL EQUILIBRIO	164
CONCLUSIONES	173
LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	177
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	181
ANEXOS	193

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ABS	Absoluto
A/D	Analógico-digital
cm	Centímetros
CoP	Centro de presiones.
DDC	Dirección del desplazamiento de la cabeza.
DME	Distancia malar-esternal.
DMEB	Distancia malar-esternal en bipedestación.
DMEB_1	Distancia malar-esternal en bipedestación en la valoración inicial.
DMES	Distancia malar-esternal en sedestación.
DMES_1	Distancia malar-esternal en sedestación en la valoración inicial.
DT_X	Desviación típica de los desplazamiento laterales del centro de presiones
DT_X	Desviación típica de los desplazamiento anteroposteriores del centro de presiones
DT_X_OA	Desviación típica del desplazamiento lateral del centro de presiones con los ojos abiertos
DT_X_OC	Desviación típica del desplazamiento lateral del centro de presiones con los ojos cerrados
DT_Y_OA	Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del centro de presiones con los ojos abiertos
DT_Y_OC	Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del centro de presiones con los ojos cerrados
EVA	Escala visual analógica
G x T	Nivel de significación intergrupo
GC	Grupo control.
GdE	Grupo de estudio

20

GE	Grupo experimental.
Hz	Herzios
IMAS	Dirección general de personas mayores del Instituto Murciano de Acción social
kg	Kilogramos
Long	Longitud total del desplazamiento del centro de presiones
Long_OA	Longitud total del desplazamiento del centro de presiones con ojos abiertos.
Long_OC	Longitud total del desplazamiento del centro de presiones con ojos cerrados.
Long_X	Longitud total del desplazamiento lateral del centro de presiones
Long_X_OA	Longitud total del desplazamiento lateral del centro de presiones con ojos abiertos
Long_X_OC	Longitud total del desplazamiento lateral del centro de presiones con ojos cerrados
Long_Y	Longitud total del desplazamiento anteroposterior del centro de presiones
Long_Y_OA	Longitud total del desplazamiento anteroposterior del centro de presiones con ojos abiertos
Long_Y_OC	Longitud total del desplazamiento anteroposterior del centro de presiones con ojos cerrados
m	Metros
mm	Milímetros
n	Tamaño muestral
N	Número
nm	Nanometros
s	Segundos
S.D.	Desviación estándar
T	Nivel de significación intragrupo
TM	Total de la muestra
Tº	Tiempo

Var	Variación
Vel_OA	Velocidad media del desplazamientos del centro de presiones con ojos abiertos
Vel_OC	Velocidad media del desplazamientos del centro de presiones con ojos cerrados
Vel_X_OA	Velocidad media del desplazamientos lateral del centro de presiones con ojos abiertos
Vel_X_OC	Velocidad media del desplazamientos lateral del centro de presiones con ojos cerrados
Vel_Y_OA	Velocidad media del desplazamientos anteroposterior del centro de presiones con ojos abiertos
Vel_Y_OC	Velocidad media del desplazamientos anteroposterior del centro de presiones con ojos cerrados

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre el cráneo y las vértebras cervicales según I. A. Kapandji	34
Figura 2. Medición de la posición cabeza-cuello	35
Figura 3. Método de valoración de la posición de la cabeza según Harman	36
Figura 4. Ejemplos de ejercicios de fortalecimiento	40
Figura 5. Ejemplos de ejercicios de estiramiento	40
Figura 6. Exploración de los sistemas sensoriales	47
Figura 7. Estatocinesiograma: representación gráfica del recorrido del centro de presiones	49
Figura 8. Estabilograma: representación gráfica de las coordenadas del desplazamiento del centro de presiones en el eje X y en el eje Y	50
Figura 9. Flujograma de las fases del estudio	64
Figura 10. Laser utilizado en la medición de la distancia malar-esternal	79
Figura 11. Medición de la distancia malar-esternal	80
Figura 12. Plataforma Kistler® 9286BA	81
Figura 13. Patrón de madera	81
Figura 14. Diagrama de flujo	93
Figura 15. Distribución de la muestra según el sexo y grupo de estudio	95
Figura 16. Distribución de la muestra por centro y por grupo de estudio	98
Figura 17. Variación de la distancia malar-esternal (mm) en posición de sedestación por grupo de estudio	99
Figura 18. Variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal (mm) en posición de sedestación por grupo de estudio	101
Figura 19. Número de casos por grupo de estudio de la dirección del desplazamiento de la cabeza en sedestación	103
Figura 20. Dirección del desplazamiento de la cabeza en posición de sedestación según el valor de la distancia malar-esternal inicial (mm)	104

Figura 21. Dirección del desplazamiento de la cabeza en posición de sedestación según el valor de la distancia malar-esternal inicial (mm) por grupo de estudio ..	105
Figura 22. Dirección del desplazamiento de la cabeza por grupo de estudio en función de la variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal en posición de sedestación ..	106
Figura 23. Variación de la distancia malar-esternal (mm) en posición de bipedestación por grupo de estudio ..	107
Figura 24. Variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal (mm) en posición de bipedestación por grupo de estudio ..	108
Figura 25. Número de casos por grupo de estudio de la dirección del desplazamiento de la cabeza en bipedestación ..	110
Figura 26. Dirección del desplazamiento de la cabeza en posición de bipedestación según el valor de la distancia malar-esternal inicial (mm) ..	111
Figura 27. Dirección del desplazamiento de la cabeza en posición de bipedestación según el valor de la distancia malar-esternal inicial (mm) por grupo de estudio ..	112
Figura 28. Dirección del desplazamiento de la cabeza por grupo de estudio en función de la variación de la distancia malar-esternal en posición de bipedestación ..	113
Figura 29. Desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio ..	115
Figura 30. Desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años ..	116
Figura 31. Desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio ..	118
Figura 32. Desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años ..	119
Figura 33. Desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio ..	121
Figura 34. Desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años ..	122

Figura 35. Desviación típica del desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio	124
Figura 36. Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o inferior a 80 años	125
Figura 37. Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio	127
Figura 38. Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años	128
Figura 39. Desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio	130
Figura 40. Desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años ..	131
Figura 41. Desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio	133
Figura 42. Desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años	134
Figura 43. Desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio	136
Figura 44. Desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años	137
Figura 45. Desviación típica del desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio	139
Figura 46. Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o inferior a 80 años	140
Figura 47. Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio	142
Figura 48. Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años	143

Figura 49. Evolución de la percepción del dolor cervical por grupo de estudio	149
Figura 50. Evolución de la percepción del dolor cervical por grupo de estudio en sujetos sintomáticos	150
Figura 51. Evolución de la percepción del dolor cervical por grupo de estudio en sujetos asintomáticos	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables del estudio. Nomenclatura y tipo	76
Tabla 2. Estadístico descriptivo (media y desviación estándar) de la edad (años) de la muestra	94
Tabla 3. Distribución de la muestra por grupo de estudio y sexo	95
Tabla 4. Estadístico descriptivo (media y desviación estándar) del peso (Kg), talla (cm) e índice de masa corporal (IMC Kg/m ²) de la muestra	96
Tabla 5. Estadístico descriptivo (media y desviación estándar) del tiempo transcurrido entre las dos mediciones (días) del número de sesiones recibidas y del tiempo de usuario de los sujetos (meses)	96
Tabla 6. Distribución de la muestra por centro y grupo de estudio	97
Tabla 7. Comparación por grupo de estudio de la distancia malar-esternal (mm) en posición de sedestación	99
Tabla 8. Comparación de la variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal (mm) en posición de sedestación por grupo de estudio	100
Tabla 9. Dirección del desplazamiento de la cabeza por grupo de estudio en posición de sedestación	102
Tabla 10. Comparación de la distancia malar-esternal inicial (mm) en posición de sedestación según la dirección del desplazamiento de la cabeza	103
Tabla 11. Comparación por grupo de estudio de la distancia malar-esternal en sedestación (mm) en la valoración inicial según la dirección del desplazamiento de la cabeza	104
Tabla 12. Comparación por grupo de estudio de la variación de la DMES (mm) según la dirección del desplazamiento de la cabeza	105
Tabla 13. Comparación por grupo de estudio de la distancia malar-esternal (mm) en posición de bipedestación	107
Tabla 14. Comparación de la variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal (mm) en posición de bipedestación	108
Tabla 15. Dirección del desplazamiento de la cabeza por grupo de estudio en posición de bipedestación	109

Tabla 16. Comparación de la distancia malar-esternal inicial (mm) en posición de bipedestación según la dirección del desplazamiento de la cabeza	110
Tabla 17. Comparación por grupo de estudio de la distancia malar-esternal en bipedestación (mm) en la valoración inicial según la dirección del desplazamiento de la cabeza	112
Tabla 18. Comparación por grupo de estudio de la variación de la DMEB (mm) según la dirección del desplazamiento de la cabeza	113
Tabla 19. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos	114
Tabla 20. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años	116
Tabla 21. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos	117
Tabla 22. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años	119
Tabla 23. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos	120
Tabla 24. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años	122
Tabla 25. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos	123
Tabla 26. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años	125
Tabla 27. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos	126
Tabla 28. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años	128
Tabla 29. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados	129
Tabla 30. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años	131

Tabla 31. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados	132
Tabla 32. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años	134
Tabla 33. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados	135
Tabla 34. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años	137
Tabla 35. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados	138
Tabla 36. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años	140
Tabla 37. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados	141
Tabla 38. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años	143
Tabla 39. Correlación entre la variación en valor absoluto de la DME en sedestación y bipedestación y la variación de las variables de equilibrio en el total de la muestra (TM) y por grupo de estudio	144
Tabla 40. Correlación entre la variación de la DME en sedestación y bipedestación y la variación de las variables de equilibrio en muestra con edad menor o igual a 80 años y por grupo de estudio	146
Tabla 41. Comparación por grupo de estudio de la percepción de dolor cervical	148
Tabla 42. Comparación por grupo de estudio de la percepción de dolor cervical en los sujetos sintomáticos en la valoración inicial	150
Tabla 43. Comparación por grupo de estudio de la percepción de dolor cervical en los sujetos asintomáticos en la valoración inicial	151

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Informe favorable del Comité de Ética de la UCAM	191
ANEXO 2: Información del estudio	195
ANEXO 3: Consentimiento informado	199
ANEXO 4: Plantilla de la primera valoración	200
ANEXO 5: Plantilla de la segunda valoración	201
ANEXO 6: Plantilla de control de las sesiones de ejercicios	202

I - INTRODUCCIÓN

I - INTRODUCCIÓN

1.1 POSICIÓN DE LA CABEZA

En la bibliografía podemos encontrar diferentes definiciones de postura. Por un lado González y Manns (1996) definen postura como “la relación entre un segmento o parte del cuerpo en relación a otro adyacente y entre todos los segmentos del cuerpo humano”. También se puede definir como la posición relativa de las diferentes partes del cuerpo en el espacio (Ruivo, Carita y Perazat-Correia, 2016).

Para Aldana *et al.* (2011) la postura es un indicador de equilibrio, de coordinación neuromuscular, de eficiencia biomecánica y de salud. También se considera una parte importante en el equilibrio normal (Pausic, Pedesic, y Dizdar, 2010; Lee, Park y Kim, 2013).

La posición natural de la cabeza (PNC) se define como una posición innata, fisiológica y reproducible de la cabeza, obtenida cuando el paciente se encuentra en posición relajada, sentado o de pie, mirando hacia el horizonte o a un punto de referencia externo (espejo, marca en la pared, etc.), a la misma altura de sus ojos. Se conoce como la posición de autobalance de la cabeza u orientación natural.

Hay que distinguir entre posición natural y postura natural. La postura natural es una posición en la que el paciente está parado y mantiene la cabeza en su propio balance en una posición no forzada para una actividad específica. Se utiliza para estudiar la relación entre la función y la morfología.

El plano de Frankfort (plano que pasa por el punto infraorbitario y por el porion) es uno de los más utilizados en estudios cefalométricos. Se utiliza con la finalidad de orientar la cabeza de forma parecida a su posición natural. Los principales problemas que presenta en la práctica son la localización de los puntos de referencia y que hay una tendencia a asumir que este plano es paralelo a la horizontal, lo que no sucede en todos los individuos apareciendo diferencias de 10° o más (Martínez, Canseco, González, Jaramillo y Cuairán, 2013).

Kapandji (figura 1) describe el equilibrio de la cabeza sobre las cervicales de la siguiente manera: "El centro de gravedad de la cabeza se encuentra ligeramente anterior a los cóndilos occipitales y, como un sistema mecánico, la cabeza tiende a dirigirse hacia delante si no existe alguna fuerza que la mantenga vertical. Esta fuerza se la proporcionan los músculos posteriores cervicales que necesitan, no sólo ir en contra de la gravedad que impulsa la cabeza hacia delante, sino también a resistir la tensión de los músculos de la masticación además de los músculos suprahioideos e infrahioideos durante los movimientos naturales de la cabeza y el cuello, como comer, tragar y hablar."

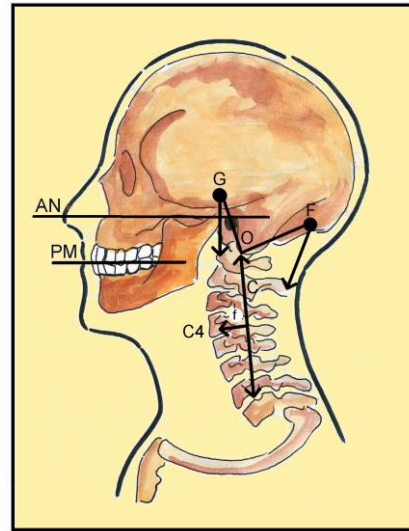


Figura 1. Relación entre el cráneo y las vértebras cervicales según I. A. Kapandji. Imagen cedida por Martínez (2011).

Este análisis se ha estudiado con más profundidad por autores como Gilies y cols., Rocabado etc. que demuestran, igual que refiere Kapandji, la importancia de las relaciones posturales entre el cráneo y la región cervical alta así como entre el raquis cervical y la cintura escapular, (Martínez, 2011).

Varios estudios muestran que la posición de la cabeza juega un papel importante dentro del equilibrio cráneo-cérvico-mandibular y que sus componentes tienen la capacidad potencial de influirse de forma recíproca (Mariel *et al.*, 2015). Por lo tanto, la estabilidad del cráneo sobre la columna cervical permite un correcto funcionamiento de este complejo.

1.1.1 Valoración de la posición de la cabeza en el plano sagital

La valoración de la posición de la cabeza y columna cervical se ha estudiado no sólo por la relación entre estas estructuras y la presencia de cefaleas, de dolor de cuello o de alteraciones témporo-mandibulares, también por la relación biomecánica existente entre cabeza, cuello y estructuras dento-faciales (Aldana *et al.*, 2011).

Rocabado (1984) propone un método de evaluación objetivo a través del cual poder evaluar la biomecánica de la relación cráneo mandibular, mediante el estudio cefalométrico cráneo - cervical que lleva su nombre. Con este método se puede determinar la estabilidad de la cabeza en sentido vertical y anteroposterior mediante la aplicación de cefalometría aplicada a radiografías laterales de cráneo. Este mismo autor señala la importancia de la relación entre las estructuras cervicales y craneales en la posición natural de la cabeza.

Hanten, Olson, Russell, Lucio y Campbell (2000) refieren que, aunque se han desarrollado diferentes métodos sencillos para medir la excursión total de la cabeza y la posición de descanso de la cabeza, tanto en sedestación como en bipedestación, no hay valores de normalidad establecidos para estos métodos, por lo tanto no hay consenso en cuanto a los criterios que determinan una cabeza adelantada. Para algunos autores existe una posición cefálica anterior cuando la cabeza descansa delante de los puntos anatómicos de referencia descritos por Kendall y Kendall.

Otra forma de cuantificar la alineación cabeza-tronco en el plano sagital es tomando como referencias el trago del meato auditivo externo, una estructura en la parte frontal de la cabeza tales como la glabella o los huesos nasales, la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical (C7) y el acromion. Una postura neutral se define como la alineación vertical del trago y acromion (Raine y Twomey, 1994; Ruivo *et al.*, 2016).

Un procedimiento muy estandarizado y utilizado para medir la postura de cabeza y cuello es mediante la cuantificación de dos ángulos, el ángulo sagital de la cabeza formado por, una línea horizontal que parte desde el trago del oído y otra que une este punto el reborde lateral del ojo, y el ángulo craneovertebral formado por una línea horizontal que pasa por C7 y otra que une el trago del oído y C7 (figura 2) (Kang *et al.*, 2012). La severidad de la posición adelantada se obtiene del resultado de restar el primer ángulo al segundo.

En otro estudio (Harman, Hubley-Kozey y Butler, 2005), las referencias externas tomadas para la



Figura 2. Medición de la posición cabeza-cuello. Imagen obtenida de Kang *et al.* (2012).

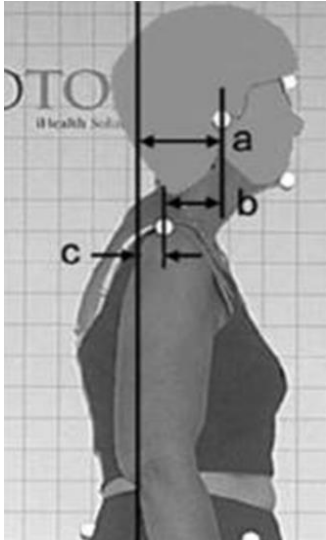


Figura 3. Método de valoración de la posición de la cabeza según Harman. Imagen obtenida de Harman *et al.* (2015).

evaluación de la posición de la cabeza con respecto al tronco son el trago del oído y el acromion; también utiliza la distancia entre el trago y una línea vertical y perpendicular al suelo que pasa por la base del 5º metatarsiano (figura 3). Este mismo estudio también utiliza el método descrito anteriormente para valorar la postura de cabeza y cuello.

En todos los procedimientos descritos con anterioridad son necesarios la toma de radiografías o fotografías ya que la valoración de la posición de la cabeza se realiza sobre ellas.

Hanten *et al.* (2000), con la idea de simplificar la valoración de la posición cefálica en sedestación y bipedestación sin necesidad de estudio radiográfico, describen un procedimiento basado en referencias anatómicas externas. En este caso la referencia la sitúa 3 cm por debajo de la comisura palpebral.

Colocando al sujeto en bipedestación relajada, con las escápulas pegada a la pared y midiendo la distancia desde la pared al punto de referencia, establece que la posición de la cabeza en sujetos sanos está situada a 20,1 cm de la pared. De esta forma la posición de la cabeza se puede representar por un valor numérico respecto a un punto de referencia externo, en este caso la pared. Un método similar de valoración de la posición de la cabeza lo realizó Martínez (2011) en su estudio, pero tomando como referencia el borde superior del manubrio esternal y el borde anterior de la apófisis frontal del malar a la altura del canthus lateral del ojo. A esa distancia la denominó distancia malar-esternal. El valor de la distancia malar-esternal es una representación numérica de la posición de la cabeza. Los sujetos con posición de cabeza más anterior tendrán valores mayores que aquellos que tengan una posición de cabeza más retrasada. En el caso que nos ocupa el valor de la distancia malar-esternal obtenido fue de 49,91 mm, en sujetos jóvenes. Esto quiere decir que el punto de referencia situado en el ojo está 49,91 mm por delante del punto de referencia situado en el esternón.

Estos dos últimos procedimientos se pueden realizar directamente en el sujeto, sin necesidad de realizar fotografías, aspecto que facilita y agiliza la valoración de la posición de la cabeza.

1.1.2 Variación en la posición de la cabeza en el plano sagital

Para Rocabado (1983) un individuo tiene posición cefálica adelantada cuando una línea perpendicular que se extiende desde la columna cervical media se excede 6 cm a una línea vertical tangente al vértice de la columna torácica. Los cambios en la posición de la cabeza adelantada incluyen una hiperextensión de la zona cervical alta (a nivel C0-C1 y C1-C2), con disminución del espacio suboccipital y de la lordosis cervical media que está extendida, una flexión de la zona cervical baja, pero con un aumento de la cifosis dorsal superior y hombros redondeados. En el caso de valorar el ángulo cráneovertebral, se considera que hay presencia de cabeza adelantada si este ángulo es inferior a 50° (Ruivo, Pezarat-Correia y Carita, 2017).

La posición de cabeza adelantada se asocia a un acortamiento de la porción superior del trapecio, de los músculos elevadores de la escápula, del esternocleidomastoideo, de los músculos extensores cervicales posteriores (semiespinoso, suboccipitales, y esplenio) (Lynch et al., 2010), y de los pectorales y con debilidad de los músculos flexores profundos del cuello, serrato anterior, romboides y fibras medias e inferiores del trapecio (Braun y Amundson, 1989). Al estar el centro de gravedad de la cabeza adelantado al axis, la musculatura posterior del cuello soporta una mayor carga. Esto unido a una debilidad de la musculatura estabilizadora del cuello puede ser la causa de la fatiga y dolor asociados a la anteriorización de la cabeza (Harman *et al.*, 2005).

El papel de los músculos flexor largo del cuello y flexor largo de la cabeza es fundamental para el mantenimiento y el ajuste de la posición del cuello ya que trabajan conjuntamente para proporcionar estabilidad a la cabeza mientras se mueve (Boyd-Clark, Briggs, y Galea, 2002).

En algún estudio (Cho, 2008) se ha evidenciado que la mala postura es algo frecuente también en la adolescencia. Lo más frecuente en esta edad es que se adelante la posición de la cabeza, y que los hombros acompañen este desplazamiento anterior, apareciendo una actitud cifótica. Varios autores las

identifican como dos de las desviaciones posturales más comunes en los adolescentes en edad escolar. Del mismo modo también es común a estas edades la presencia de dolor de cuello y de hombro como consecuencia de estas desviaciones posturales (Straker, Smith, Bear, O'Sullivan y de Klerk, 2011).

En contraposición a la opinión de los autores anteriores, Hanten *et al.* (2000) refieren que Barrow y Brown afirman que una buena postura se caracteriza por una buena eficiencia mecánica, la menor interferencia en la función de los órganos y la mayor movilidad sin generar tensión. Según esta idea dos sujetos pueden tener valoraciones idénticas en la posición de la cabeza pero ser doloroso para una y para la otra ser una posición ideal.

Durante un movimiento de la columna cervical hacia adelante sin flexión ni extensión de la cabeza, el complejo cráneo-cervical superior debe extenderse. Del mismo modo, durante la retracción el complejo cráneo-cervical superior se flexiona. Una limitación del movimiento en C0-C1, reduciría la excursión total de la cabeza (Penning, 1978).

En posición de sedestación, con el sujeto relajado y la cabeza erguida se pueden producir tres movimientos (Woda, Pionchon, Palla y Pionchon, 2001):

- La cabeza y la parte superior del tronco permanecen en la misma posición una respecto a la otra y el tronco se mueve como un todo respecto a un eje vertical. En este caso la columna cervical no se flexiona no se extiende.
- La cabeza se mueve en relación al tronco mediante movimientos de flexo-extensión.
- La cabeza se desplaza hacia adelante y hacia atrás respecto a la columna.

En cuanto a la movilidad de la columna cervical respecto al sexo, Hanten *et al.* (2000) ponen de manifiesto que los hombres tienen mayor recorrido cervical anteroposterior y la cabeza más adelantada en bipedestación que las mujeres y que estas tienen más adelantada la cabeza en sedestación. Sin embargo los resultados de un estudio realizado por Hayashi, Okada, Hamada, Tada y, Ueno, (1987), examinando las radiográficas de la columna cervical en 160 sujetos normales, determinaron variaciones en el rango de movimiento intervertebral con una mayor movilidad en las mujeres de C2-3 a C6-7. También Youdas *et al.* (1992) estudiando rangos de movimiento cervical en 337 sujetos con edades comprendidas entre 11 y 97 años encontraron que en todas las mediciones

angulares excepto la flexión del cuello, los hombres tenían un menor rango de movimiento activo que las mujeres.

1.1.3 Corrección de la posición de cabeza en el plano sagital

El ángulo cráneo-vertebral se usa frecuentemente como un indicador de posición de cabeza adelantada, que es producida por un desequilibrio muscular y está relacionada con el movimiento limitado de la columna cervical, dolor y fatiga. El aumento de este ángulo mejora esta posición, lo que sugiere el potencial para reducir esta alteración (Lee, Lee, O'Sullivan, Jung, y Park, 2016).

Hay consenso en que la adopción repetida y frecuente de una posición adelantada de cabeza, muy frecuente hoy día por el uso de pantallas de datos, puede dar lugar al desequilibrio muscular comentado con anterioridad y el mismo desequilibrio a su vez contribuye a su persistencia. En estos casos la posición se puede modificar con ejercicios de corrección (Griegel-Morris, Larson, Mueller-Klaus y Oatis, 1992). Una propuesta de ejercicios consiste en fortalecer los músculos flexores cervicales profundos y estirar los extensores cervicales, este último mediante ejercicios repetidos de retracciones cervicales superiores, obteniéndose una modificación hacia posterior en la posición de descanso del complejo cabeza-cuello en sujetos jóvenes de mediana edad (Pearson y Walmsley, 1995). Estos mismos ejercicios, pero asociados con fortalecimiento de retropulsores de hombro y estiramiento de pectorales también obtuvieron resultados positivos en la alineación postural de la cabeza en sujetos con posición cefálica adelantada. El ejercicio de autoestiramiento de la musculatura posterior consistió en acercar la barbilla al mentón sin flexionar la cabeza (Harman *et al.*, 2005).

En los estudios citados hasta el momento se incluyen ejercicios de estiramiento y de fortalecimiento aplicados conjuntamente a los sujetos. Al comparar la eficacia de estos dos tipos de terapia en la posición de la cabeza de forma independiente (Lee, Park y Kim, 2013) se observó que es más efectivo el fortalecimiento de baja carga del músculo flexor profundo del cuello que el estiramiento activo de la musculatura posterior del cuello y de hombros. Los ejercicios de autoestiramiento de cuello consistieron en inclinaciones laterales, flexión y extensión máxima aisladas o combinadas con rotaciones.

En todos los estudios expuestos el ejercicio de autofortalecimiento de los flexores consiste en acercar la barbilla al pecho (doble mentón) en supino para desgravitar la cabeza y eliminar la acción de los músculos flexores superficiales.

También resultan ser beneficioso un programa de ejercicios de fortalecimiento y estiramiento de la musculatura del cuello y del hombro, con una duración de 32 semanas. Los ejercicios de fortalecimiento pretenden la tonificación de la musculatura del manguito de los rotadores infraespinoso y redondo menor, del trapecio medio e inferior, romboides y flexores profundos del cuello. Los ejercicios de estiramiento estático van dirigidos al pectoral menor, esternocleidomastoideo y elevador de la escápula (Ruivo *et al.*, 2016).

En las siguientes figuras se ilustran unos ejemplos de ejercicios de fortalecimiento (figura 4) y de estiramiento (figura 5).

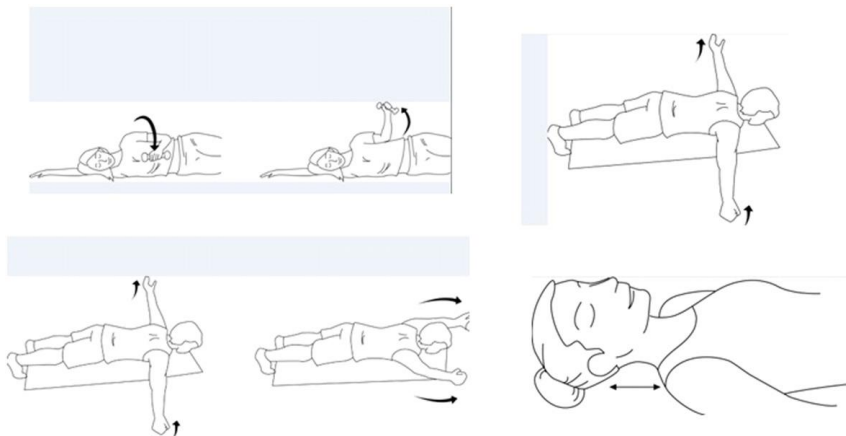


Figura 4. Ejemplos de ejercicios de fortalecimiento. Imagen obtenida de Ruivo *et al.* (2017).

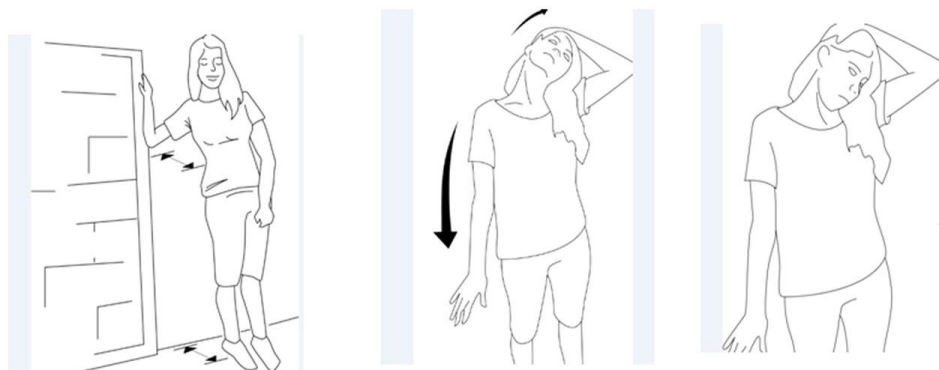


Figura 5. Ejemplos de ejercicios de estiramiento. Imagen obtenida de Ruivo *et al.* (2017).

Los ejercicios de retracción de cabeza son unos de los más utilizados en la clínica para restaurar la posición neutra de la cabeza y disminuir el dolor cervical y cefaleas de origen cervical por una posición cefálica adelantada (Rosenfeld, Seferiadis, Carlsson. y Gunarsson, 2003), principalmente por su acción en el músculo recto menor posterior de la cabeza ya que la hipertonía de estos músculos provoca que los sujetos adelanten la cabeza sobresaliendo la barbilla para aliviar la tensión (Fernández-de-las-Penas, Alonso-Blanco, Cuadrado, y Pareja, 2006). Se ha comprobado que los ejercicios de retracción voluntaria de la cabeza producen un efecto de fortalecimiento y estiramiento del recto menor anterior y posterior respectivamente (Hallgren, 2014). Además, la alta densidad de husos neuromusculares que se encuentran en estos músculos hacen que estos músculos proporcionen una buena retroalimentación propioceptiva al sistema nervioso central de la posición y movimiento de la cabeza (Lee, Lee y Yong, 2014; Hallgren, 2014).

También se encuentra en la bibliografía la utilización de ejercicios similares en patología que cursan con alteración del tono muscular como la distonía cervical. De Pauw *et al.* (2014) refieren un abordaje de fisioterapia para distonía cervical, entre los que se encuentran ejercicios de elongación muscular, ejercicios activos para mejorar la fuerza muscular de los músculos antagonistas a los distónicos, técnicas de movilización, todos aplicados a nivel cervical. Smania, Corato, Tinazzi, y Anglioti (2003) utilizan un programa de fisioterapia en el que incluyen técnicas de estiramientos y ejercicios activos de reeducación postural durante 6 semanas a cinco días por semana. Queiroz, Chien, Sekeff-Sallem y Barbosa (2012) también recurren a la intervención de fisioterapia como movilizaciones activas y pasivas de la columna cervical para el tratamiento de la distonía. Todos reportan una disminución en el tono muscular y en el dolor.

1.2 EQUILIBRIO Y POSTURA

1.2.1 Conceptos

Como se comentó al inicio del texto, son varias las acepciones que se encuentran de postura. A modo introductorio en relación con el equilibrio se muestran otras definiciones.

Desde un punto de vista estático, la postura se define como la posición del cuerpo en relación con la gravedad o como la cualidad que asegura el mantenimiento del equilibrio durante el movimiento, permitiendo la ejecución de unos movimientos exactos y precisos (Assaiante, Mallau, Viel, Jover, y Schmitz, 2005).

Desde un punto de vista mecánico-físico el equilibrio se define como una resultante nula de los momentos y fuerzas que actúan en un cuerpo, es decir, que en situación de equilibrio todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se contrarrestan entre sí, están equilibradas. Según esta acepción, como el humano no es un cuerpo estático, nunca está en un equilibrio perfecto, situación ideal que busca de manera continua (Gagey y Weber, 2001).

El equilibrio, desde un punto de vista clínico, se puede definir como la capacidad de conocer nuestra posición en el espacio y de no caer.

El ser humano busca continuamente, sea cual sea su postura, la posición de equilibrio y reacciona ante una fuerza o situación que lo desestabilice. A esta tendencia o búsqueda de una posición de equilibrio en la clínica se le llama control postural o estabilidad y pretende mantener el centro de gravedad dentro de unos límites de estabilidad, para lo que se necesita la participación de los sistemas motores y sensoriales.

El control postural se refiere a la capacidad de controlar o regular la postura (posición del cuerpo) para mantenerlo en equilibrio, ya sea en movimiento (equilibrio dinámico) o en reposo (equilibrio estático). Dicho de otra forma, es la capacidad de controlar, adoptar o mantener una postura en respuesta a los movimientos voluntarios o alteraciones externas, sea cual sea la posición, para mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación.

La estabilidad postural es la capacidad de mantener dentro de unos límites de estabilidad o de seguridad la posición del cuerpo, concretamente el centro de gravedad (Amblard, Cremiexeu, Marchand y Carblanc, 1985). Si en algún momento el centro de gravedad se sitúa fuera de estos límites de estabilidad para evitar la caída hay que realizar una maniobra de corrección que lo vuelva a situar de nuevo dentro de estos límites. Otra acepción de estabilidad es la capacidad de recuperar el equilibrio perdido a causa de factores desestabilizadores (Szczygiel *et al.*, 2016).

La estabilidad es una de las finalidades del control postural, la otra es la orientación postural, que es la capacidad para mantener los diferentes partes del cuerpo entre sí y con el entorno en una relación adecuada para poder realizar una tarea (Judge, Ounpuu y David, 1996). Tanto para una como para la otra es necesario integrar en el sistema nervioso central la información del sistema sensorial y músculo-esquelético. La primera aporta información de la posición y movimiento del cuerpo en el espacio (percepción) y la segunda de la actividad muscular realizada para poder adaptar los diferentes segmentos del cuerpo.

Los límites de estabilidad o de seguridad son los puntos a partir de los cuales no se puede mantener la posición sin cambiar la base de sustentación. Estos límites no son fijos, dependen de la situación de los pies, de las características de la superficie de apoyo, de la edad y la talla (Peydro, Baydal y Vivas, 2005) y se ven modificados por las actividades que se realicen, el entorno y algunas patologías (Nashner y Peters, 1990).

El centro de gravedad es el lugar dónde se aplica la resultante de todas las fuerzas de gravedad que actúan sobre un cuerpo. Hay discrepancias en su localización aunque la localización más extendida en bipedestación es en la tercera vértebra lumbar, a pesar de las pequeñas variaciones que sufre según sexo, edad o estructura corporal. Para mantener el equilibrio es necesario que su proyección en el suelo se mantenga dentro de la de sustentación conformada por el área del polígono que forman los pies (Horak, Shupert y Diezt, 1994; Gagey y Weber, 2001).

El centro de presiones (CoP) es la proyección vertical del centro de gravedad en la superficie de la base de sustentación. Las plataformas estabilométricas o dinamométricas determinan la posición del centro de presiones (punto en el que se aplican fuerzas de reacción), por lo que valoran estabilidad o control postural y no equilibrio.

La base de soporte o de sustentación se refiere al área del cuerpo que está en contacto con la superficie de soporte.

1.2.2 Control de la postura y del equilibrio

La posición de bipedestación es intrínsecamente inestable. El cuerpo humano puede ser visto como un péndulo invertido y el equilibrio supone una

lucha permanente contra las fuerzas externas y la gravedad (Latash, Krishnamoorthy, Scholz y Zatsiorsky, 2005). Para reducir el gasto energético y el efecto de la gravedad el cuerpo se alinea de forma que la línea vertical de la gravedad pasa por el centro de la zona mastoidea, un poco por delante de la articulación del hombro, cadera, rodilla y tobillo.

Los sistemas de control postural que intervienen en la consecución del equilibrio en bipedestación son el sistema nervioso central, que recibe y procesa la información de los receptores y produce una respuesta que mantiene el equilibrio y la postura; los receptores, que envían información procedente del sistema laberíntico, del sistema visual, de los ligamentos y las cápsulas articulares, de los husos neuromusculares y órganos tendinosos de Golgi y de los receptores podales; y la musculatura, que llevan a cabo la respuesta que genera el sistema nervioso central. El ajuste de equilibrio es un complicado proceso que conlleva la integración de todos los sistemas citados (Akram, Frank, Patla, y Allum 2008). Por lo tanto, cualquier alteración en la propiocepción, de la fuerza de la musculatura de los miembros inferiores, del oído interno y de la función vestibular, de la visión, de la superficie de apoyo o la función cerebelosa pueden afectarle, así como otros factores como disimetría en las piernas, el envejecimiento, la respiración, el latido cardiaco, o medicamentos (Kang *et al.*, 2012).

La postura está en una constante dinámica, que varía en la medida que el centro de gravedad se mueve en la base de sustentación que forman los pies. Esto lo confirman Loram y Lakie (2002) al mostrar que el centro de presiones oscila en bipedestación estática. Estas oscilaciones se pueden deber a que en bipedestación hay una adaptación continua de las cadenas musculares con la finalidad de buscar el equilibrio, produciendo microoscilaciones (Gagey y Weber, 2001; Mauer, Schweigart, y Megner, 2006), al ritmo circadiano que influye en la fuerza y tiempo de respuesta, a la respiración o al latido cardiaco (Gribble, Tucker y White, 2007), el envejecimiento neuronal que afecta a la adaptación del centro de gravedad (Fujiwara, Kiyoya, Maeda, y Horak, 2007), la capacidad de elongación de la musculatura y la somestesia que influyen en la adaptación y velocidad del balanceo corporal fundamentalmente con los ojos cerrados (Ali, Rowen, y Iles, 2003).

Hay diversas actividades que pueden mejorar el equilibrio, y por tanto intervienen de forma notable en la prevención de caídas, como el ejercicio (Hyun,

Hwangbo, y Lee, 2014) y otros estudios confirman que los programas de ejercicio de entrenamiento para el equilibrio son efectivos en personas mayores (Madureira *et al.*, (2007).

La estabilidad de la cabeza, y de forma más evidente durante el movimiento, influye de forma notable en la calidad de la información sensorial necesaria para la estabilidad postural y el equilibrio (De Fabio y Emasithi, 1997). Este autor plantea que el esquema de control corporal de las personas de edad avanzada sin discapacidad es descendente, es decir, tiene su origen en la cabeza y es el utilizado para estabilizar la cabeza en el espacio y este control mejora gracias a la percepción de la cabeza en referencia al resto del cuerpo.

Encontramos trabajos que estudian la influencia de la posición de la cabeza y el cuello en el equilibrio postural, como el de Kang *et al.* (2012), asegurando que una posición de cabeza adelantada produce una disminución del equilibrio y un desplazamiento del CoP hacia adelante, existiendo una correlación entre el grado de desplazamiento de la cabeza y la alteración del equilibrio. Sin embargo Szczygiel *et al.* (2016) no encuentran relación entre la posición de la cabeza en el plano sagital y modificaciones en el control del equilibrio aunque sí al estudiar la posición de la cabeza en el plano frontal. El primer estudio se realizó con 20 trabajadores de oficina con edades comprendidas entre 30 y 40 años y el segundo con 62 personas seleccionadas al azar entre 40 y 60 años de edad. En otro estudio (Silva y Johnson, 2013) realizado con 25 estudiantes universitarios sanos se estudió la diferencia en el control del equilibrio entre posición natural de cabeza y postura voluntaria de cabeza adelantada, y, en contra de lo esperado, encontraron mejoras significativas en la estabilidad en la postura voluntaria de cabeza adelantada con los ojos abiertos. Las atribuyeron a la activación de la musculatura de los miembros inferiores como mecanismo compensatorio y a que para que la posición de cabeza adelantada deteriore la información propioceptiva, influyendo en el control postural, como consecuencia de las modificaciones en la longitud y contracción de los músculos es necesario que se mantenga en el tiempo. Buckley, Anand, Scally y Elliott (2005) estudiaron la influencia de la flexión y extensión de cabeza con respecto a la posición neutra en el control del equilibrio en 12 personas mayores. Encontraron una disminución significativa de la estabilidad postural en las dos posiciones respecto a la posición neutra mientras

que la posición media del CoP sólo se modificó significativamente con la cabeza flexionada.

Por otro lado, mantener la cabeza adelantada se asocia con dolor de cuello (Silva, Punt, Sharples, Vilas-Boas y Johnson, 2009), el dolor de cuello está relacionado con una disminución del control del equilibrio (Chester, 1991) y de la información propioceptiva procedente de las articulaciones, lo que también merma el equilibrio (Barrett, Cobb, y Bentley, 1991).

El ser humano tiene diferentes estrategias posturales para mantener el equilibrio. Lo más habitual en personas sin alteración del equilibrio es mantener el equilibrio con movimientos de tobillo (estrategia de tobillo), cuando el centro de gravedad está lejos de los límites de estabilidad; cuando el centro de gravedad se acerca a esos límites se recurre a movimientos de cadera (estrategia de cadera) para poder mantener el equilibrio y cuando los sobrepasa hay que desplazar un pie para no caer (estrategia de paso) (Peydro *et al.*, 2005).

1.2.3 Estabilometría

Una de las formas de valorar el control postural, su eficacia para mantener el equilibrio y sus estrategias ante desequilibrios es la estabilometría. Se basa en que las oscilaciones del centro de gravedad son el reflejo de una inestabilidad postural. Como el centro de gravedad es un punto virtual se miden las oscilaciones del centro de presiones (Pérennou *et al.*, 2005).

Esta valoración se realiza con una plataforma de fuerzas o dinamométrica o estabilométrica, que está formada por una superficie rígida con varios transductores que transforman la fuerza aplicada sobre la superficie en una señal eléctrica. La medición de los momentos y de las fuerzas ejercidas sobre la plataforma permite obtener las coordenadas del centro de presiones y sus variaciones. En condiciones de equilibrio estático, si el cuerpo se mueve lentamente, se admite que las oscilaciones del centro de presión corresponden con las del centro de gravedad (Duarte y Zatsiorsky, 2000). Por lo tanto la estabilometría reduce al individuo a un punto, lo que posibilita determinar de forma objetiva la posición media del centro de presiones y sus variaciones. Este hecho pone de manifiesto que se mide estabilidad y no equilibrio. La oscilación

postural o balanceo se consideran un indicador importante de la función de equilibrio

Con la estabilometría se pone de manifiesto la capacidad para el control de la postura ortostática y con los valores obtenidos se puede determinar si están o no dentro de los valores normales de la población. Estos valores de normalidad están publicados por la Asociación Francesa de Posturología en el documento llamado Normes 85 así como la realización de la prueba estabilométrica normalizada (Gagey y Weber, 2001): el sujeto se coloca de pie, con los pies descalzos, abiertos con una angulación de 30º y los talones separados 2 cm; debe estar inmóvil, relajado, con los brazos a lo largo del cuerpo pero sin ponerse firme, contando en voz alta y mirando a un objeto colocado a una distancia de 0,9-1 m; el registro se realiza durante 51,2 segundos, primero con los ojos abiertos y después con los ojos cerrados.

Se considera una prueba gold estándar en la evaluación del control postural y del equilibrio (Batista *et al.*, 2014).

La estabilometría nos permite cuantificar el funcionamiento de los diferentes sistemas que intervienen en el control del equilibrio (vestibular, visual y somatosensorial) y así conocer el estado funcional en el control del equilibrio. Para esto se sitúa al sujeto en la posición descrita durante 30 segundos (test de Romberg) y se generan situaciones en las que se alteran, disminuyen o anulan las informaciones vestibular, propioceptiva o visual. De esta forma, si se comparan los resultados del test

de Romberg con ojos abiertos (ROA) y ojos cerrados (ROC) en superficie estable obtenemos información de la influencia de la visión en el equilibrio, o dicho de otra forma, de la eficacia del sistema vestibular y propioceptivo. Si el test se realiza en superficie inestable (RGA), como gomaespuma, se anula la información somatosensorial y obtenemos información de la eficacia del sistema visual y

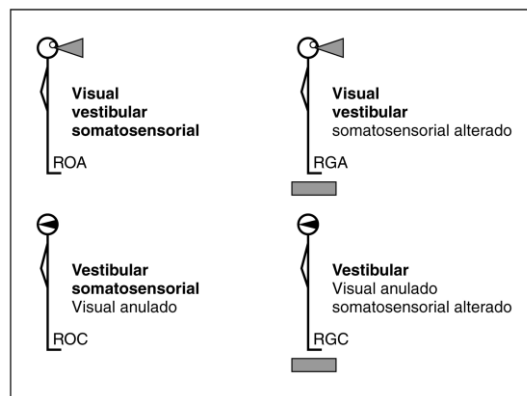


Figura 6. Exploración de los sistemas sensoriales. Imagen obtenida de Peydro *et al.* (2005).

vestibular, y si además se cierran los ojos (RGC) sólo actúa el sistema vestibular (figura 6) (Peydro, *et al.*, 2005).

En la bibliografía consultada hemos encontrado discrepancias en los tiempos de registro: 20 segundos (Rodríguez *et al.*, 2016; Kang *et al.*, 2012), 30 segundos (Bergamin *et al.*, 2014; Kalron, Fonkatz, Fird, Baransi y Achiron, 2016; Pirouzi, Motealleh, Fallahzadeh, y Fallahzadeh, 2014; Era *et al.*, 2006; Peydro *et al.*, 2005), 45 segundos (Batista *et al.*, 2014) o 50 segundos (Hirjacová *et al.*, 2016).

Tampoco hay homogeneidad en la frecuencia de muestreo ni en la distancia del objeto. En cuanto al primer parámetro, encontramos frecuencias de 5 Hz (Gagey y Weber, 2001), de 30 Hz (Villarroya, González-Agüero, Moros, Gómez-Trullén y Casajús, 2013), de 40 Hz (Ramdani, Tallon, Bernard y Blain, 2013), de 50 Hz (Era *et al.*, 2006), de 100 Hz (Batista *et al.*, 2014; Hirjacová *et al.*, 2016; Bergamin *et al.*, 2014) o de 120Hz (Pirouzi *et al.*, 2014), habiendo estudios que no reflejan ese parámetro (Peydro *et al.*, 2005; Kang *et al.*, 2012; Kalron *et al.*, 2016). En referencia a la distancia de colocación del objeto, unos autores lo sitúan a 1,5 m (Villarroya *et al.*, 2013), otros a 2,5 m (Batista *et al.*, 2014), a 3 m (Bergamin *et al.*, 2014) y otros a 4,5 m (Pirouzi *et al.*, 2014).

Para eliminar las posibles diferencias de comportamiento entre los sujetos al inicio de la medición algunos autores eliminan los segundos iniciales de registro, Batista *et al.* (2014) descartan los 7,5 segundos iniciales y finales y Ramdani *et al.* (2013) los 5 primeros.

Los parámetros que se evalúan con más frecuencia son (Gagey y Weber, 2001):

- X media: es la media de los valores del centro de presiones en el eje X. Indica asimetría en el tono postural.
- Y media: es la media de los valores del centro de presiones en el eje Y. Indica desequilibrio anteroposterior (Lomas y López, 2005).
- Superficie: área de la elipse de confianza que contiene el 90% de las posiciones del centro de presiones. Evalúa la eficacia del control del sistema postural fino para mantener el centro de presiones lo más cerca de su posición media de equilibrio. Es el parámetro más utilizado.
- Velocidad media: estimación de la velocidad media del centro de presiones. Se utiliza para conocer la energía que consume el sujeto para

mantener el equilibrio y, de forma indirecta, el desplazamiento. (Baloh et al., 1998).

- Coeficiente de Romberg: es el resultado que se obtiene al dividir la superficie de la elipse con los ojos cerrados y con los ojos abiertos multiplicado por 100. Sirve para evaluar en qué medida se utiliza el sistema visual en el control postural. Cuando tiene un valor igual a 100 indica que la estabilidad no varía con los ojos abiertos y cerrados (ambliope postural), si es mayor de cien, la estabilidad mejora con los ojos abiertos y si es menor de 100 indica que la visión entorpece el control postural. En un individuo normal es de 250 (Lomas y López, 2005). También se realiza con una base blanda (colchoneta o gomaespuma) para valorar la influencia de las informaciones propioceptivas plantares.
- Desviación típica: es una medida de dispersión de las fluctuaciones del centro de presiones y se utiliza para evaluar el grado de control postural o capacidad para permanecer quieto (Caballero, Barbado y Moreno, 2013)
- Estatocinesiograma: posiciones del desplazamiento del centro de presiones en relación con el baricentro del polígono de sustentación (figura 7).

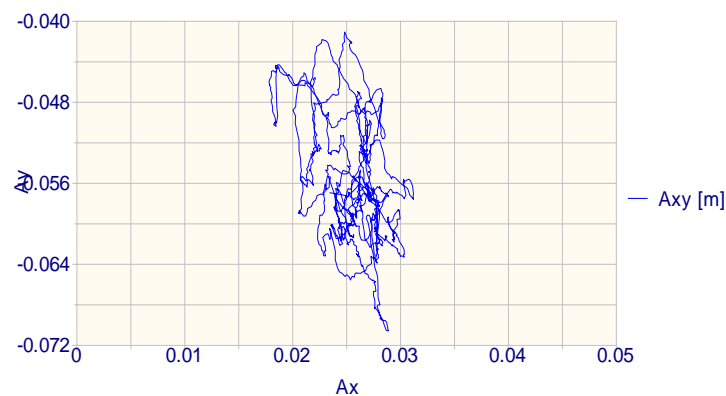


Figura 7. Estatocinesiograma: representación gráfica del recorrido del centro de presiones.

- Estabilograma: registro de las coordenadas de las posiciones del centro de presiones en el eje X (desplazamientos laterales a derecha e izquierda) y en el eje Y (desplazamientos anteroposteriores) (figura 8).

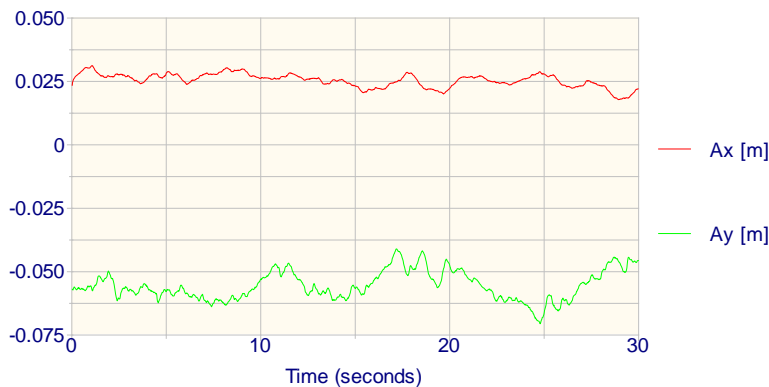


Figura 8. Estabilograma: representación gráfica de las coordenadas del desplazamiento del centro de presiones en el eje X y en el eje Y.

La estabilometría, además de utilizarse como herramienta para valorar la capacidad de control del equilibrio, se puede utilizar para estratificar a los ancianos en propensos y no propensos a tener caídas frecuentes en función de los datos obtenidos, existiendo correlación entre las caídas y los datos estabilométricos (Sullivan, Rose, Rohlfig, y Pfefferbaum, 2009).

1.2.4 Envejecimiento y control de la postura y del equilibrio

El envejecimiento se caracteriza por una disminución en la función de los órganos y sistemas (Cevenini *et al.*, 2010), lo que repercute negativamente en las respuesta motoras y sensoriales, determinantes para el control de la postura (Sibley, Straus, Inness, Salbach, y Jaglal (2011). Estas respuestas están influenciadas por aspectos genéticos, hábitos de vida y ambientales y se ha comprobado que el internamiento en residencias de la tercera edad reduce las capacidades y habilidades para realizar actividades diarias y deteriora la capacidad de control del equilibrio y, por consiguiente, de aumentar el riesgo de caídas (Batista *et al.*, 2014). Según Baydal-Bertomeu *et al.* (2005), el envejecimiento afecta a todos los elementos que participan en el control del equilibrio y la postura, tanto a la información aferente, como eferente y al control central.

Con el aumento de la edad se producen deterioros en el funcionamiento del sistema somestésico, visual y vestibular, reducción en la velocidad de conducción y transmisión de información y modificaciones en el procesamiento de la

información en el sistema nervioso central, lo que puede producir alteraciones en la postura y en el control del equilibrio (Liaw, Chen, Pei, Leong y Lau, 2009).

Referente al sistema nervioso y somestésico, según Verdú, Ceballos, Vilches y Navarro (2000) el envejecimiento afecta en gran medida a varias características funcionales y morfológicas del sistema nervioso periférico: hay una disminución de fibras nerviosas mielinizadas y no mielinizadas, alteraciones en las fibras mielinizadas, atrofia axonal, disminución de la velocidad de conducción nerviosa, de la fuerza muscular, de la discriminación sensorial y las respuestas autonómicas.

En el sistema visual, en personas de edad avanzada se produce una disminución de la agudeza visual, una reducción del campo visual y una peor percepción de la profundidad.

En el sistema vestibular se ha comprobado que hay una reducción entre un 20 % y un 40% de células ciliadas en sujetos mayores de 70 años sanos respecto a sujetos jóvenes y que se reduce el número de fibras del nervio vestibular (Alpini *et al.*, 2004).

A nivel musculoesquelético, se produce un deterioro de la calidad articular y muscular, que también repercute en las alteraciones propioceptivas y justifican en parte el deterioro eferente que se produce a esta edad. De forma específica, en el tejido muscular se produce una sustitución de fibras musculares por tejido conectivo y adiposo, y, como consecuencia, sarcopenia y disminución de la masa muscular y a nivel articular hay un aumento de patología degenerativa y osteoporosis (Ji, Han y Won, 2015).

El estudio del equilibrio estático y dinámico con plataformas estabilométricas pone de manifiesto que con el envejecimiento se produce un aumento de las oscilaciones posturales (Baydal-Bertomeu *et al.*, 2004). La mayoría de las evidencias ponen de manifiesto que con la disminución del control postural aumentan los valores de los parámetros de longitud y velocidad del CoP aunque otros estudios refieren resultados opuestos, justificado con la puesta en marcha de otras estrategias que utilizan las personas mayores para mantener el equilibrio (Merlo *et al.*, 2012). Un aspecto característico es la importancia que para las personas de edad avanzada tiene la información visual para el control del equilibrio, incluso más que la vestibular o la propioceptiva (Straube y Sigel, 1988) así como que la estrategia que más utilizan para mantener la estabilidad es la de

cadera (Manchester, Woollacott, Zederbauer-Hylton, y Marin, 1989). Este último aspecto se puede explicar por la dificultad que aparece para realizar una dorsiflexión necesaria para la estrategia de tobillo por debilidad de los músculos implicados o por la reducción de aferencias periféricas de los miembros inferiores (Doherty, Vandervoort, Taylor y Brown, 1995).

II - JUSTIFICACIÓN

II - JUSTIFICACIÓN

Parece que la alteración posición de la cabeza en el plano sagital se puede corregir con un programa de ejercicios de fortalecimiento y estiramiento de la musculatura del cuello y que la posición de la cabeza puede influir en la estabilidad o en el control del equilibrio. Por otro lado la alteración de la posición de la cabeza es causa de dolores de cuello y hombros, con la consiguiente repercusión en la calidad de vida y movilidad de los afectados.

También parece que con la edad las condiciones musculares, neurológicas y sensoriales disminuyen, lo que se traduce en una pérdida en el control del equilibrio. Por otro lado este deterioro es más importante en personas de edad avanzada que están institucionalizadas, habiendo una relación directa entre el tiempo de institucionalización y la pérdida de condiciones.

En las residencias de personas mayores y en los centros de día para prevenir o evitar el deterioro de estas funciones musculares, sensoriales y neurológicas se les proponen a los usuarios la realización de diferentes actividades, unas de carácter más lúdico y otras con un enfoque más terapéutico como son las sesiones de gerontogimnasia. Según la información obtenida por nosotros, se les da más predominio a los ejercicios en los miembros superiores e inferiores que a los de cabeza y cuello, que en algunos casos sólo forman parte de la fase de calentamiento.

Ante esta situación nos planteamos la posibilidad de valorar la repercusión de unos sencillos ejercicios de movilización de cabeza y cuello en la posición de la cabeza en las personas que hacen uso de centros geriátricos y comprobar si son capaces de mejorar el equilibrio, para de esta manera reducir la probabilidad de caídas. No pretendemos entrar en este último aspecto.

Para nosotros es muy importante que los ejercicios sean fáciles de entender y realizar, no sólo para la correcta evolución del estudio, sino con la visión de que se puedan introducir y llevar a cabo dentro de las sesiones de gerontogimnasia de forma sistemática.

Si estos ejercicios tuvieran una repercusión positiva sería de gran importancia clínica proponer en un futuro su inclusión en el protocolo de ejercicios que se llevan a cabo en los centros de personas mayores con vistas a los diferentes beneficios que procuran, también en las caídas.

III - OBJETIVOS

III - OBJETIVOS

3.1 Objetivo principal

Comprobar si en población de edad avanzada usuaria de centros geriátricos los ejercicios activos de movilidad de cabeza y columna cervical aplicados en el estudio modifican la posición de la cabeza en el plano sagital en posición de sedestación y bipedestación a partir de los datos obtenidos de la valoración de la distancia malar-esternal.

Determinar si los ejercicios activos de movilidad de columna cervical aplicados en el estudio tienen influencia en el control del equilibrio de la población estudiada.

Comprobar si existe relación entre la modificación de la posición de la cabeza en el plano sagital en bipedestación y el control del equilibrio como consecuencia de la aplicación de los ejercicios de cabeza y columna cervical.

3.2 Objetivos secundarios

Comprobar si la posición de la cabeza en el plano sagital influye o determina la dirección del desplazamiento de la misma como consecuencia de la aplicación de los ejercicios de movilidad de cabeza y columna cervical.

Comprobar si hay modificaciones en la percepción del dolor como consecuencia de la realización de los ejercicios o de la posición de la cabeza.

IV - MATERIAL Y MÉTODO

IV - MATERIAL Y MÉTODO

4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

El presente estudio se engloba dentro del ámbito de la investigación cuantitativa.

El diseño del estudio fue analítico, experimental, longitudinal y prospectivo sobre una población geriátrica usuaria de centros de la tercera edad, tanto centros de día como residencias geriátricas, de carácter privado situadas en el término municipal de Murcia o localidades cercanas. No se pudo obtener la autorización de la Dirección general de personas mayores del Instituto Murciano de Acción social (IMAS) para acceder a centros públicos a realizar el estudio.

El diseño de la intervención fue de un ensayo clínico, en fases y aleatorizado a simple ciego ya que la pertenencia a grupo control o grupo experimental de la población muestral era desconocida únicamente por los examinadores. Aunque la intervención al grupo experimental se le hace de forma aislada al grupo control, no se puede asegurar que los sujetos de este grupo desconozcan la intervención que se le hace al resto ya que pueden tener contacto entre ellos.

El trabajo se desarrolló en el Departamento de Fisioterapia de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica San Antonio de Murcia, en el periodo 2015-2016. El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (Anexo 1).

4.2 FASES DEL ESTUDIO

El estudio comprendió las fases detalladas a continuación:

- Fase de contacto e información.
- Fase reclutamiento de la muestra.
- Fase de valoración inicial y aleatorización de la muestra.
- Fase de intervención.
- Fase de valoración final.
- Fase de análisis estadístico.

A continuación se pasa a comentar las fases del estudio en cada centro, que de forma esquemática y secuencial se muestran en la figura 9.

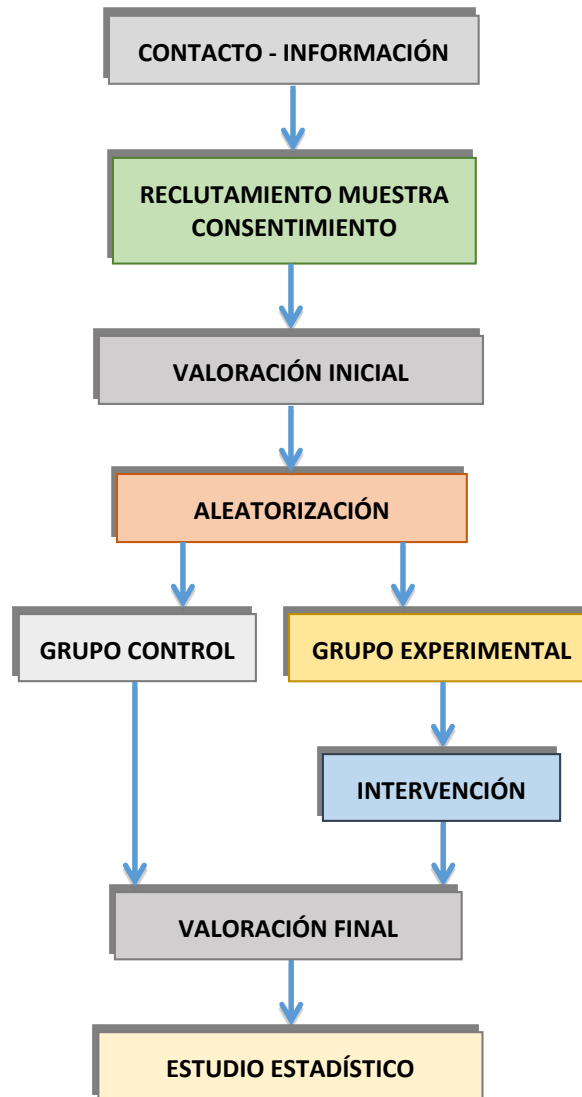


Figura 9. Flujograma de las fases del estudio en cada centro.

4.2.1 Fase de contacto e información

El primer paso para la realización de este estudio fue obtener la autorización del director y fisioterapeutas del centro. Con esta finalidad se contactó telefónicamente con un fisioterapeuta de cada centro dónde se pretendía

hacer el estudio y se concertó una reunión con él y con el director en la que se informó de forma verbal y escrita de las características y finalidad del estudio, de las características de la muestra, de las valoraciones a realizar en el estudio así como del procedimiento de obtención de las mismas, de la intervención a realizar por los voluntarios incluidos en el estudio y de la temporalización de la misma (Anexo 2), aclarando todas las cuestiones que pudieron surgir.

Se contactó con ocho centros, pero los que finalmente participaron en el estudio fueron cinco:

- Residencia Nuestra Señora de Fátima (Molina del Segura).
- Residencia San Pablo (Ceutí).
- Residencia Montepinar (Urbanización Montepinar, El Esparragal).
- Centro de Día Pedro Hernández Caballero (Alcantarilla).
- CASER Residencial (Santo Ángel).

Todos los centros tienen servicio de fisioterapia, sala de fisioterapia con equipamiento general de fisioterapia y, al menos, un fisioterapeuta a media jornada de lunes a viernes que pudiera llevar a cabo la intervención propuesta.

4.2.2 Fase de reclutamiento de la muestra

El periodo de reclutamiento de la muestra estuvo comprendido entre enero y diciembre de 2015.

Los encargados de seleccionar la muestra, respetando los criterios de inclusión y exclusión establecidos en base a la bibliografía consultada, fueron los fisioterapeutas de referencia de cada centro. Se procedió de esta forma para evitar el acceso por nuestra parte a las bases de datos de control clínico-médico que disponen los centros y en las que hay registrados datos personales de los usuarios de carácter privado y profesional.

Posteriormente, con el objetivo de obtener un mayor número de participantes, fueron los mismos fisioterapeutas de referencia los encargados de reclutar los voluntarios para el estudio. Todos los voluntarios recibieron la misma información que previamente se había facilitado al director y fisioterapeuta del centro en la fase de contacto e información pero sin especificar el sentido del desplazamiento de la cabeza para evitar una posible influencia en los resultados.

Aquellos que finalmente accedieron a participar en el estudio firmaron el consentimiento informado o en su defecto el familiar responsable (Anexo 3).

4.2.3 Fase de valoración inicial y aleatorización de la muestra

4.2.3.1 Valoración inicial

Una vez reclutada la muestra para el estudio en el centro se concretó una fecha con el fisioterapeuta para hacer la primera valoración de la muestra y el registro de datos. Esta fase estuvo comprendida entre febrero de 2015 y enero de 2016.

Dependiendo del tamaño de la muestra del centro, la valoración se llevó a cabo en uno o en dos días.

La información registrada en esta primera valoración fue:

- Fecha.
- Nombre del centro.
- Tipo de centro.
- Nombre del sujeto.
- Número de registro.
- Sexo.
- Fecha de nacimiento.
- Fecha de alta en el centro.
- Peso.
- Talla.
- Ayudas para la marcha.
- Caídas en el último año.

Las valoraciones realizadas fueron:

- Dolor cervical.
- Relación malar-esternal en sedestación y bipedestación.
- Control del equilibrio con ojos abiertos y cerrados.

Para el registro de estos datos, excepto de los derivados de la valoración del equilibrio, se utilizó una planilla que se diseñó a tal efecto (Anexo 4).

Posteriormente se hará una descripción detallada de cada uno de los ítems indicados y del protocolo, metodología y herramientas utilizados.

4.2.3.2 Aleatorización de la muestra

La aleatorización de la muestra se realizó una vez valorados los pacientes de cada centro. Para intentar reducir el sesgo entre centros se hizo una estratificación por centros. En cada centro la muestra se distribuyó por aleatorización simple, y de forma específica con la utilización de bolas numeradas y un saco opaco, entre grupo control y experimental por igual y así se aseguró que el número de sujetos en cada grupo y por centro al inicio del estudio fuera el mismo o muy similar.

La aleatorización fue realizada por una persona ajena a la valoración y los examinadores desconocieron en todo momento la distribución de la muestra.

4.2.4 Fase de intervención

El encargado de realizar la intervención fue el fisioterapeuta de cada centro, que realiza la gerontogimnasia a los usuarios, y que era el mismo con el que inicialmente se estableció el contacto.

Previamente se informó al fisioterapeuta detalladamente, tanto de forma verbal como por escrito, de las características de la intervención, se hizo demostración y práctica de cada ejercicio y se adquirió un compromiso por parte del fisioterapeuta de respetar las indicaciones dadas.

La intervención se inició el primer día hábil tras la valoración inicial, y durante la misma se mantuvo contacto regular con el fisioterapeuta de cada centro para llevar un seguimiento y tener una orientación de la finalización de la misma. Posteriormente se describirá la intervención realizada.

4.2.5 Fase de valoración final

Una vez concluida la fase de intervención en cada centro se llevó a cabo la segunda y última valoración. Estuvo comprendida entre marzo de 2015 y abril de 2016. Fue realizada por los mismos examinadores que hicieron la valoración inicial y todos los datos, exceptos los obtenidos de la valoración del equilibrio, se

registraron en una planilla diseñada para ello, distinta a la utilizada en la valoración inicial (Anexo 5) para evitar que los examinadores conocieran los primeros datos registrados.

La información registrada en esta ocasión y las valoraciones realizadas fueron:

- Fecha.
- Nombre del centro.
- Nombre del sujeto.
- Peso.
- Talla.
- Ayudas para la marcha.
- Caídas en el periodo de intervención.
- Dolor cervical.
- Relación malar-esternal en sedestación y bipedestación.
- Control del equilibrio con ojos abiertos y cerrados.

4.2.6 Fase de análisis estadístico

Una vez realizadas las valoraciones en todos los centros en los que fue posible realizar el estudio se procedió al procesado de datos y análisis estadístico de los datos obtenidos. Esta fase se realizó entre mayo y julio de 2017.

4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

El estudio se llevó a cabo en una población de personas mayores, válidos, de ambos sexos y usuaria de centros de la tercera edad pertenecientes al término municipal de Murcia o localidades vecinas. Al no obtenerse la autorización del IMAS (Instituto Murciano de Acción Social), todos los centros utilizados para realizar el estudio son de carácter privado.

Todos los participantes son voluntarios y realizan gerontogimnasia en su centro. Todos los participantes están distribuidos de forma aleatoria en grupo control y grupo experimental según ha quedado descrito en el apartado 4.1.2.2.

4.3.1 Cálculo del tamaño muestral

Se realizó un cálculo del tamaño muestral considerando como variable principal del estudio la distancia malar-esternal en sedestación. En un estudio realizado con anterioridad (Martínez, 2011) en el que se analizaron 241 sujetos, se observó que la media y desviación típica de esta variable fue de $49,91 \pm 13,08$ mm.

Por tanto, considerando que la desviación típica de la distancia malar-esternal medida en sedestación es de 13,08 mm, un riesgo alfa de 0,05 y una potencia del 80%, se necesitaran 58 pacientes en cada grupo. Dado que en el estudio se aleatorizó a los pacientes a dos grupos, el tamaño muestral total se estimó en 116 sujetos.

4.3.2 Criterios de selección de la muestra

Los criterios de selección que se decidió aplicar al estudio en base a la bibliografía consultada y características y objetivos del estudio fueron:

4.3.2.1 Criterios de inclusión

Los criterios establecidos para ser incluido en el estudio fueron:

- Tener 65 años o más en el momento de inicio del estudio.
- Ser usuario de una residencia de personas mayores o centro de estancias diurnas.
- Sujeto válido.
- Estar incluido en actividades de gerontogimnasia.
- Tener capacidad de deambulación, con o sin ayudas para la marcha.
- Poder mantener la posición de bipedestación erecta sin ayudas.

4.3.2.2 Criterios de exclusión

- Tener patologías o alteraciones diagnosticadas que afecten al equilibrio
- Limitaciones severas de la movilidad cervical.
- Tratamiento farmacológico que afecten de forma significativa al tono muscular, estática o equilibrio.
- Cifosis o escoliosis estructuradas diagnosticadas.

- Problemas severos en la visión diagnosticados.
- Alteraciones cognitivas que afecten a la relación con el entorno.

4.4 REGISTROS Y VARIABLES DE ESTUDIO

4.4.1 Datos registrados

A continuación se pasa a enumerar y describir todos los datos que se consideró registrar en el estudio.

4.4.1.1 Datos directos

En este apartado se cita y se describe la información que se obtienen de forma directa, bien facilitada por el fisioterapeuta de referencia o por el propio paciente:

- **Centro:** nombre del centro en el que se realiza el estudio.
- **Tipo de centro:** residencia o centro de día.
- **Sexo:** hombre o mujer.
- **Fecha de nacimiento:** día, mes y año.
- **Fecha de la primera medición:** día, mes y año.
- **Fecha de la segunda medición:** día, mes y año.
- **Fecha de ingreso:** día, mes y año. Fecha de alta del sujeto en el centro.
- **Número de sesiones:** número de sesiones de ejercicios realizadas por el sujeto. Las controló el fisioterapeuta del centro con una plantilla (Anexo 6).
- **Ayudas para la marcha en la primera medición:** no ayudas, bastón, una muleta, dos muletas, andador y silla de ruedas. Se puntuó de 0 a 5 en el orden indicado.
- **Ayudas para la marcha en la segunda medición:** no ayudas, bastón, una muleta, dos muletas, andador y silla de ruedas. Se puntuó de 0 a 5 en el orden indicado.
- **Caídas en la primera medición:** si o no. Indica si el sujeto ha sufrido o no caídas en el periodo de un año previo a la primera medición.
- **Caídas en la segunda medición:** si o no. Indica si el paciente ha sufrido o no caídas en el periodo comprendido entre las dos mediciones efectuadas.

Los datos facilitados por el fisioterapeuta fueron la fecha de ingreso, las ayudas para la marcha y las caídas en las dos valoraciones realizadas, y el número de sesiones de intervención realizadas.

4.4.1.2 Datos indirectos

Se denominan datos indirectos aquellos que se obtienen a partir de cálculos utilizando los datos directos, las mediciones y el proceso de aleatorización:

- **Grupo de estudio:** control o experimental. Se obtiene con el proceso de aleatorización.
- **Tiempo de intervención:** días. Es el tiempo que transcurre entre las dos mediciones efectuadas. Se obtiene de la diferencia de fechas entre la segunda y la primera medición.
- **Edad:** años cumplidos. Edad del sujeto en la primera medición. Se obtiene de dividir la diferencia de fechas entre la primera medición y fecha de nacimiento entre 365,25.
- **Tiempo de usuario:** meses. Es el periodo de tiempo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de la primera medición. Es el resultado de la diferencia de las dos fechas indicadas.
- **Índice de masa corporal:** se obtiene del cociente entre el peso del sujeto expresado en gramos y la talla al cuadrado expresada en metros.

4.4.1.3 Datos de las mediciones realizadas

Los datos indicados a continuación se obtuvieron de las mediciones realizadas a los sujetos, que fueron:

- **Peso:** kg.
- **Talla:** cm.

4.4.1.4 Datos de las valoraciones realizadas

A los sujetos de estudio se les realizaron las siguientes valoraciones concernientes al dolor cervical, la distancia malar esternal:

- **Dolor cervical en la primera medición:** de 0 a 10 en la escala EVA. Indica el dolor cervical que el sujeto percibe de forma general en la primera medición.
- **Dolor cervical en la segunda medición:** de 0 a 10 en la escala EVA. Indica el dolor cervical que el sujeto percibe de forma general en la segunda medición.
- **Distancia malar-esternal en sedestación pre-intervención:** mm. Es la mediana de la distancia malar-esternal en sedestación en la primera medición.
- **Distancia malar-esternal en bipedestación pre-intervención:** mm. Es la mediana de la distancia malar-esternal en bipedestación en la primera medición.
- **Distancia malar-esternal en sedestación post-intervención:** mm. Es la mediana de la distancia malar-esternal en sedestación en la segunda medición.
- **Distancia malar-esternal en bipedestación post-intervención:** mm. Es la mediana de la distancia malar-esternal en bipedestación en la segunda medición.

De la valoración del control del equilibrio estático mediante la estabilometría se obtuvieron los siguientes parámetros:

- **Desplazamiento del CoP con los ojos abiertos pre-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento del CoP con los ojos abiertos pre-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos pre-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento lateral (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos pre-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento lateral (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos pre-intervención:** mm. Es la desviación típica de los desplazamientos laterales (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.

- **Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos pre-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento anteroposterior (eje Y) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos pre-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento anteroposterior (eje Y) del CoP durante el periodo de valoración con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos pre-intervención:** mm. Es la desviación típica de los desplazamientos anteroposteriores (eje Y) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Desplazamiento del CoP con los ojos cerrados pre-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento del CoP con los ojos cerrados pre-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados pre-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento lateral (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados pre-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento lateral (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados pre-intervención:** mm. Es la desviación típica de los desplazamientos laterales (ejes X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados pre-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento anteroposterior (eje Y) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.

- **Velocidad del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados pre-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento anteroposterior (eje Y) del CoP durante el periodo de valoración con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados pre-intervención:** mm. Es la desviación típica de los desplazamientos anteroposteriores (eje Y) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Desplazamiento del CoP con los ojos abiertos post-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento del CoP con los ojos abiertos post-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos post-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento lateral (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos post-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento lateral (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos post-intervención:** mm. Es la desviación típica de los desplazamientos laterales (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos post-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento anteroposterior (eje Y) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos post-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento anteroposterior (eje Y) del CoP durante el periodo de valoración con los ojos abiertos en la primera medición.

- **Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos post-intervención:** mm. Es la desviación típica de los desplazamientos anteroposteriores (eje Y) del CoP durante el periodo de registro con los ojos abiertos en la primera medición.
- **Desplazamiento del CoP con los ojos cerrados post-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento del CoP con los ojos cerrados post-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados post-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento lateral (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados post-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento lateral (eje X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados post-intervención:** mm. Es la desviación típica de los desplazamientos laterales (ejes X) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados post-intervención:** mm. Es la longitud total del desplazamiento anteroposterior (eje Y) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Velocidad del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados post-intervención:** mm/s. Es la velocidad media del desplazamiento anteroposterior (eje Y) del CoP durante el periodo de valoración con los ojos cerrados en la primera medición.
- **Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados post-intervención:** mm. Es la desviación típica de los desplazamientos anteroposteriores (eje Y) del CoP durante el periodo de registro con los ojos cerrados en la primera medición.

4.4.2 Variables de estudio

En la siguiente tabla (tabla 1) se indican las variables utilizadas en el estudio así como su nomenclatura y tipo.

Tabla 1. Variables del estudio. Nomenclatura y tipo.

Variable	Nomenclatura	Tipo
Grupo de estudio	G_est	Nominal dicotómica
Edad	Edad	Cuantitativa continua
Tiempo de usuario	T_usuario	Cuantitativa discreta
Dolor cervical en la primera medición	Dolor_1	Cuantitativa discreta
Dolor cervical en la segunda medición	Dolor_2	Cuantitativa discreta
Distancia malar-esternal en sedestación pre-intervención	DMES_1	Cuantitativa continua
Distancia malar-esternal en bipedestación pre-intervención	DMEB_1	Cuantitativa continua
Distancia malar-esternal en sedestación post-intervención	DMES_2	Cuantitativa continua
Distancia malar-esternal en bipedestación post-intervención	DMEB_2	Cuantitativa continua
Desplazamiento del CoP con los ojos abiertos pre-intervención	Long_OA1	Cuantitativa continua
Velocidad media del desplazamiento del CoP con los ojos abiertos pre-intervención	Vel_OA1	Cuantitativa continua
Desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos pre-intervención	Long_X_OA1	Cuantitativa continua
Velocidad media del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos pre-intervención	Vel_X_OA1	Cuantitativa continua

Variable	Nomenclatura	Tipo
Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos pre-intervención	DT_X_OA1	Cuantitativa continua
Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos pre-intervención	Long_Y_OA1	Cuantitativa continua
Velocidad del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos pre-intervención	Vel_Y_OA1	Cuantitativa continua
Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos pre-intervención	DT_Y_OA1	Cuantitativa continua
Desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados pre-intervención	Long_X_OC1	Cuantitativa continua
Velocidad media del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados pre-intervención	Vel_X_OC1	Cuantitativa continua
Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados pre-intervención	DT_X_OC1	Cuantitativa continua
Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados pre-intervención	Long_Y_OC1	Cuantitativa continua
Velocidad del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados pre-intervención	Vel_Y_OC1	Cuantitativa continua
Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del COP con los ojos cerrados pre-intervención	DT_Y_OC1	Cuantitativa continua
Desplazamiento del CoP con los ojos abiertos post-intervención	Long_OA2	Cuantitativa continua
Velocidad media del desplazamiento del CoP con los ojos abiertos post-intervención	Vel_OA2	Cuantitativa continua
Desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos post-intervención	Long_X_OA2	Cuantitativa continua
Velocidad media del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos post-intervención	Vel_X_OA2	Cuantitativa continua
Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos post-intervención	DT_X_OA2	Cuantitativa continua

Variable	Nomenclatura	Tipo
Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos post-intervención	Long_Y_OA2	Cuantitativa continua
Velocidad media del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos post-intervención	Vel_Y_OA2	Cuantitativa continua
Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos post-intervención	DT_Y_OA2	Cuantitativa continua
Desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados post-intervención	Long_X_OC2	Cuantitativa continua
Velocidad media del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados post-intervención	Vel_X_OC2	Cuantitativa continua
Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados post-intervención	DT_X_OC2	Cuantitativa continua
Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados post-intervención	Long_Y_OC2	Cuantitativa continua
Velocidad media del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados post-intervención	Vel_Y_OC2	Cuantitativa continua
Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados post-intervención	DT_Y_OC2	Cuantitativa continua

4.5 PROCEDIMIENTO DE MEDIDA Y DE VALORACIÓN E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

4.5.1 Valoración del dolor

Para la evaluación del dolor se utilizó la escala analógico-visual (EVA). Se le explico a cada sujeto en qué consistía la valoración y posteriormente indicaban su

percepción de dolor en una escala de 0 a 10, siendo 0 ausencia de dolor y 10 el máximo dolor percibido.

4.5.2 Valoración de la distancia malar-esternal

Para la medición de la distancia malar esternal se utilizó un láser de líneas cruzadas Casals VLS4S de longitud de onda 60 nm, con nivelación automática, con un ancho de línea de 3 mm a 5 m y con un haz de luz de color rojo. La base del láser se monta sobre un trípode regulable en altura y gira 360°, lo que facilita situar la línea vertical en el punto anatómico utilizado en la medición (figura 10).

También se utilizó como material para la exploración un flexómetro milimetrado de 4 m de longitud y 1 cm de anchura.

Las valoraciones de la distancia malar-esternal se realizaron en sedestación y en bipedestación. Para valorarlo en sedestación se utilizó una silla con medidas globales de 45x47x76 cm (ancho x fondo x altura) y medidas del asiento de 39x42x45 cm (ancho x profundidad x altura). La silla era plegable, con estructura de acero galvanizado y asiento y respaldo de polipropileno.

Los puntos anatómicos de referencia utilizados fueron el borde antero-externo de la apófisis frontal del hueso malar, a nivel de la comisura lateral de los párpados (punto de referencia malar) y la parte central y anterior del borde superior del manubrio esternal en la escotadura esternal (punto de referencia esternal). Estos puntos de referencia se localizaban mediante la palpación.

4.5.2.1 Distancia malar-esternal en posición de sedestación

El sujeto debía permanecer sentado en una silla llevando el sacro hacia atrás todo lo posible. La espalda debe permanecer erecta y apoyada en el respaldo de la silla para dar estabilidad y evitar fluctuaciones, quedando tronco-caderas y rodillas en flexión de 90°. Los pies tenían que estar apoyados en el suelo, en la vertical de las rodillas, los hombros relajados, brazos pegados al tronco y manos



Figura 10. Laser utilizado en la medición de la distancia malar-esternal.

sobre los muslos; la cabeza en postura natural, boca cerrada y mirada hacia la horizontal y adelante fijada en un punto imaginario. La posición era controlada por el evaluador principal.

El proyector del láser se situaba en el lado izquierdo del sujeto a una distancia de 1 m y el segundo evaluador hacía pasar la luz láser vertical y perpendicular al suelo por el punto de referencia malar (sin llegar a contactar con el globo ocular).

El evaluador principal apoyaba el extremo del metro en el punto de referencia esternal del sujeto y de forma que quedara paralela al suelo. En esta situación se medía la distancia que hay desde la línea laser hasta el esternón (figura 11).

Se realizaron tres mediciones y entre cada medición se le indicaba al sujeto que flexionara ligeramente el troco y que recuperara la posición inicial para posteriormente adoptar la posición descrita y realizar la medición.

Se tomó como medida válida para el estudio la mediana de las tres mediciones.

4.5.2.2 Distancia malar-esternal en posición de bipedestación

El sujeto se colocaba descalzo sobre una tela de fieltro para evitar el contacto con el suelo. Se le solicitaba al paciente que estuviera en bipedestación erguida, con actitud relajada, con la cabeza en postura natural, boca cerrada, mirada hacia la horizontal, hacia el frente y fija en un punto imaginario a la altura de los ojos, los hombros relajados, los brazos y las palmas de las manos pegadas al tronco y los pies ligeramente separados con la finalidad de tener una buena estabilidad. Esta posición era controlada por el evaluador principal.

El procedimiento de la medición es el descrito con anterioridad en la posición de sedestación.

Se realizaron tres mediciones y entre cada medición se le indicaba al sujeto que diera un paso hacia adelante y otro hacia atrás para posteriormente adoptar la posición descrita y realizar la medición.

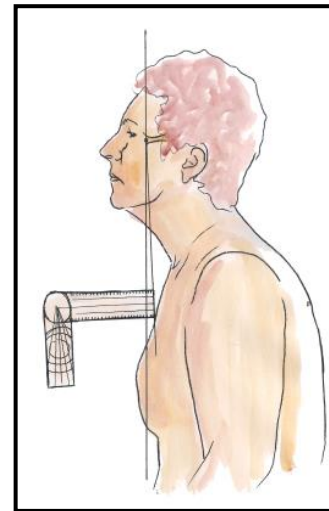


Figura 11. Medición de la distancia malar-esternal. Imagen cedida por Martínez Gil.

Se tomó como medida válida para el estudio la mediana de las tres mediciones.

4.5.3 Valoración del control del equilibrio y medición del peso

Para la valoración del control del equilibrio estático y el registro del peso se utilizó la plataforma dinamométrica portátil Kistler® 9286BA (600x400x35 mm, 17.5 Kg) (figura 12) con cuatro sensores piezoeléctricos internamente reducidos a 8 canales y con amplificador de señal incorporado. Los cuatro sensores piezoeléctricos están conectados entre sí y detectan la presión o fuerza ejercida sobre ellos en función de la deformación que sufren. La plataforma está conectada a un transductor de señal A/D (analógico digital) tipo 5691A1 por un cable de conexión tipo 1758A (19 pin).



Figura 12. Plataforma Kistler® 9286BA.

El transductor está conectado a un ordenador, mediante conexión USB, con sistema operativo Windows® 7.

El registro e interpretación de la señal se realizó con el software libre Bioware® 5.2.1.3.

Para conseguir la reproductibilidad de la posición de los pies se utilizó un patrón de madera con una longitud de 26 cm, una angulación de 30°, una anchura posterior de 2 cm y una altura de 4 cm (figura 13).



Figura 13. Patrón de madera.

El paso previo y obligatorio para la evaluación del equilibrio estático fue que el sujeto subiese en la plataforma para pesarlo. El peso de cada sujeto es necesario para el equilibrado de la plataforma y posterior obtención correcta de los datos. Una vez pesado, el sujeto bajaba de la plataforma y volvía a subir para realizar la evaluación del equilibrio estático.

La evaluación del control del equilibrio estático en plataforma de fuerzas se llevó a cabo mediante el protocolo de la Asociación Francesa de Posturología (Gagey y Weber, 2001):

- El sujeto debe ir vestido con ropa cómoda y descalzo.
- Posición de bipedestación erguida con los brazos relajados a lo largo del cuerpo, cabeza en posición neutra con la mirada hacia la horizontal, hacia el frente y fija en un punto situado a 3 metros de distancia.
- Los pies del paciente se colocaban a la misma altura con una angulación de 30° y una separación de talones de 2 cm. Para facilitar esta posición y su reproductibilidad se utilizó el patrón de madera y se le indicó al sujeto que pegase los pies contra los bordes del patrón. Una vez conseguida la posición se retiraba el patrón de madera.

Las indicaciones que se le dieron al sujeto fueron: “mantenga la posición, esté tranquilo e intente estar lo más quieto posible hasta que le indique”.

La duración del registro fue de 51,2 segundos a una frecuencia de 1000 Hz, aunque posteriormente se procesó manualmente la información descartando los 5 primeros segundos de registro, 30 segundos de duración y 50 Hz para obtener un total de 1500 registros por sujeto y medición.

La evaluación del control de equilibrio estático se realizó primero con los ojos abiertos y seguidamente con los ojos cerrados, con un tiempo de descanso entre las dos valoraciones de un minuto, permaneciendo el sujeto de pie durante este tiempo.

4.5.4 Medición de la talla

Para medir la talla se utilizó un procedimiento similar al estadiómetro y que se montó en cada centro: una cinta métrica milimetrada de 1 m de longitud colocada con el cm 100 a una altura de 2 m, que previamente se había medido con otra cinta métrica milimetrada, y fijada a la pared. En ambos casos se aseguró la total verticalidad con la línea vertical de láser. También se utilizó un taco de madera de 4 cm de alto, que se colocaba perpendicular a la pared y en contacto con el punto más alto de la cabeza del sujeto.

Al sujeto se le colocaba delante, pegado y centrado a la cinta métrica descalzo en posición estándar erecta: con talones, glúteos, espalda y región

occipital pegado a la cinta métrica (pared), con los pies juntos separados unos 45°, rodillas y caderas extendidas, hombros relajados y brazos relajados y pegados al cuerpo, espalda lo más recta posible, con la cabeza erguida y firme y la vista hacia el frente.

4.5.5 Protocolo del procedimiento de media y valoración

Todo el proceso de registro de datos, mediciones y valoración se realizó en una habitación amplia, con ambiente tranquilo y bien iluminada, similar en cada centro dónde se efectuó el estudio, y fue la misma en las dos valoraciones que se llevaron a cabo en un mismo centro. Tanto la disposición del equipo como el orden de registro de datos fueron iguales en todos los centros.

El orden que se estableció fue:

- Recogida de datos personales del paciente. El paciente estaba sentado en una silla, diferente a la utilizada en la valoración, que estaba situada a unos dos metros detrás de la plataforma estabilométrica.
- Pesado del sujeto en la plataforma estabilométrica. Como se ha indicado anteriormente este paso es necesario para la obtención y procesado de los datos correctamente.
- Valoración del control del equilibrio con ojos abiertos. La plataforma estabilométrica se colocaba a 3 metros de la pared y frente a la cinta métrica.
- Valoración del control del equilibrio con ojos cerrados. Entre el paso anterior y esta hay un tiempo de espera de aproximadamente un minuto durante el que el sujeto permanecía de pie.
- Valoración de la distancia malar-esternal en sedestación. Esta valoración se realizaba con el sujeto sentado en la silla utilizada para la misma, situada frente a la plataforma estabilométrica a 3 metros de distancia y cerca de la pared.
- Valoración de la distancia malar-esternal en bipedestación.
- Medición de la talla. Estos dos últimos pasos se realizaban a la derecha de la silla y en el mismo sitio, lugar dónde se situaba la cinta métrica.

4.5.6 Instrucción y funciones de los evaluadores

Para la realización de las mediciones, valoraciones y toma de datos, además del investigador principal, se contó con la participación de dos alumnas internas de 4º curso del Grado en Fisioterapia, una de ellas Graduada en Terapia ocupacional, con experiencia laboral con personas mayores, y que fue el evaluador principal. La otra persona se consideró segundo evaluador.

La función de los evaluadores en la medición es específica para cada uno. El evaluador principal llevó el peso del procedimiento con la recogida de los datos personales de cada sujeto, realizó la valoración del equilibrio, de la distancia malar-esternal y medición de la talla así como de indicar el resultado de estas dos últimas mediciones. El segundo evaluador se encargó del manejo del ordenador y del software para la valoración del equilibrio, de situar la línea vertical del láser en el punto de referencia superior en la valoración de la distancia malar-esternal y de registrar el resultado de las mediciones indicados por el evaluador principal. El investigador del proyecto estaba presente en las mediciones y su función fue controlar la correcta ejecución de los procedimientos, ayudar en el registro de las variables al segundo evaluador y, si fuera preciso, decir la inclusión o no de determinados sujetos en el estudio en consenso con el fisioterapeuta del centro. El investigador principal sustituyó al segundo evaluador en sus funciones a partir de la tercera valoración de centros.

Las dos evaluadoras fueron informadas de las características y pretensiones del estudio, instruidas de forma global y específica según su función en cada una de las valoraciones a realizar así como del manejo del software. Así mismo, antes de empezar las valoraciones realizaron prácticas reproduciendo el procedimiento en su totalidad y realizándoles las correcciones pertinentes por parte del investigador, de forma que al comienzo de las valoraciones tuvieran la destreza y experiencia suficiente para realizarlas de forma fiable.

Al finalizar la instrucción y antes de iniciar las valoraciones del estudio se determinó la fiabilidad de las mediciones de la distancia malar-esternal en sedestación y en bipedestación mediante el cálculo del Alfa de Cronbach. Se realizaron mediciones en 7 sujetos, obteniéndose un resultado de 0,798 en sedestación y de 0,947 en bipedestación. Posteriormente, durante la realización de las valoraciones, se volvió a repetir el estudio con 10 sujetos obteniéndose un

resultado de 0,999 en sedestación y de 0,997 en bipedestación. Estos resultados abalan la fiabilidad de los evaluadores y de las mediciones antes y durante las valoraciones.

4.6 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN EN EL GRUPO EXPERIMENTAL

La intervención consistió en unos sencillos ejercicios específicos de movilización y flexibilización activa cervical fácilmente realizables para personas de estas características, aspecto que se considera importante para el desarrollo del estudio. Por otro lado, y con vista a la aplicación práctica del estudio, estos ejercicios se pueden incluir en cualquier programa de gerontogimnasia. Es un programa de ejercicios sencillo, que es un aspecto importante para la motivación de los participantes e influye en el cumplimiento y adhesión.

En cada sesión se realizarán los ejercicios descritos a continuación y en el orden indicado.

1. Rotación activa de la cabeza y cuello hacia derecha e izquierda.

Partiendo de posición neutra de cabeza y cuello con la mirada hacia el frente, el sujeto realiza rotación máxima de cabeza y cuello hacia el lado derecho sin mover los hombros y mantiene durante 3 segundos. Transcurrido este tiempo vuelve la cabeza a la posición inicial y realiza la misma secuencia hacia el lado izquierdo. Este ejercicio se hace un total de diez veces.

2. Inclinación activa de cabeza y cuello hacia derecha e izquierda.

Partiendo de posición neutra de cabeza y cuello con la mirada hacia el frente, el sujeto realiza inclinación máxima de cabeza y cuello hacia el lado derecho sin mover los hombros y mantiene durante 3 segundos. Transcurrido este tiempo vuelve la cabeza a la posición inicial y realiza la misma secuencia hacia el lado izquierdo. Este ejercicio se hace un total de 10 veces.

3. Flexo-extensión activa de cabeza y cuello.

Partiendo de posición neutra de cabeza y cuello con la mirada hacia el frente, el sujeto realiza flexión máxima de cabeza y cuello, acercando el mentón al pecho, sin mover los hombros y mantiene durante 3 segundos. Transcurrido este

tiempo vuelve la cabeza a la posición inicial y realiza una extensión máxima de cabeza y cuello. Este ejercicio se hace un total de 10 veces.

4. Movimiento de traslación anterior y posterior de cabeza y cuello.

Partiendo de posición neutra de cabeza y cuello con la mirada hacia el frente, el sujeto realiza una proyección máxima de cabeza y cuello hacia delante manteniendo la mirada en el frente sin mover los hombros y mantiene durante 3 segundos. Transcurrido este tiempo vuelve la cabeza a la posición inicial y lleva la cabeza y cuello hacia atrás manteniendo la mirada hacia el frente dejando caer la barbilla. Este ejercicio se hace un total de 10 veces.

La secuencia de ejercicios descritos con las repeticiones indicadas es una serie. En cada sesión se realizarán 3 series de ejercicios. Entre cada ejercicio se descansa un tiempo aproximado de 1 minutos y entre serie y serie el tiempo de recuperación no será superior a 5 minutos. Para adaptarnos a la realidad clínica de los centros, se estableció que los ejercicios se realizaran un mínimo de tres veces por semana, excepto sábados, domingos y festivos, hasta hacer un mínimo de 35 sesiones y un máximo de 40.

Los ejercicios se hacen en sedestación con la espalda apoyada en el respaldo de una silla y los hombros relajados; el fisioterapeuta está situado delante de los sujetos frente a ellos y los estimula tanto verbalmente como gestualmente o realizando los ejercicios simultáneamente.

El fisioterapeuta del centro es el encargado de guiar y controlar la ejecución ejercicios, al que previamente se le ha indicado y mostrado la realización de los mismos. A la hora de realizarlos sólo estarán presentes los sujetos que forman parte del grupo experimental (para evitar la información o aprendizaje del grupo control) y en un número no superior a 20 para facilitar la atención y el control de la realización de los ejercicios por parte del fisioterapeuta del centro.

4.7 PROCESAMIENTO DE DATOS

Todos los datos excepto los obtenidos de la valoración del equilibrio se registraron en la planilla de registro de datos y posteriormente se pasaron de forma manual a una hoja de Microsoft Office Excel 2010.

Los datos relativos a la valoración del equilibrio de cada sujeto se guardaron en archivos con extensión .dat, la propia del software Bioware, que se archivaron en el PC clasificados en carpetas por centro, 1ª o 2ª medición según correspondiese y nombre de sujeto. En ésta última el archivo se guardó etiquetado con ojos abiertos u ojos cerrados según el caso.

De todos los parámetros primarios que se podían obtener de la valoración, para nosotros sólo eran útiles las coordenadas de posición en el eje X e Y, que se transportaron a un archivo de texto con extensión .txt modificando los parámetros iniciales de media de 51,2 a 30 segundos de tiempo de registro, eliminando los 5 primeros segundos, y de 1000 Hz a 50 Hz de frecuencia de muestreo, indicada para la valoración del equilibrio. Una vez obtenido el archivo .txt con los nuevos parámetros se exportaron a un archivo de Excel con extensión .xlsx. Previamente se grabó una macro que se ejecutó en cada archivo de Excel para obtener a partir de las coordenadas de posición X e Y las variables Long, Long_X, DT_X, Long_Y y DT_Y, cada una de ellas con los ojos abiertos y cerrados, pre y post-intervención.

Las variables de longitud se obtuvieron aplicando el teorema de Pitágoras a las coordenadas de posición con la fórmula:

$$\sqrt{(X_2-X_1)^2 + (Y_2-Y_1)^2}$$

Las variables de velocidad se calcularon dividiendo las correspondientes de longitud entre 30 s.

Este procedimiento le llevó a cabo con cada uno de los 380 archivos .dat que se obtuvieron de la valoración.

Todas estas variables de equilibrio se llevaron a la misma hoja de Excel que el resto de datos, que estaba debidamente preparada y con las variables codificadas para exportarla al programa estadístico IBM® SPSS® v21 para Windows, con el que se realizó el análisis estadístico.

4.8 PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS

4.8.1 Manejo de datos

Los datos de todos los cuadernos de recogida de datos fueron introducidos en una base de datos creada a tal fin y dotada de márgenes de seguridad y normas de coherencia interna, tras lo cual se repasaron los casos que presentaron valores anómalos o incoherentes.

4.8.2 Análisis estadístico

Los datos demográficos y otras características iniciales de los participantes del estudio se describen mediante índices estadísticos descriptivos, para el global de los participantes y para cada uno de los grupos de participantes del estudio (control y experimental).

Las variables continuas se describen utilizando medidas de tendencia central (media y mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar), mientras que las variables categóricas se describen a través de tablas de frecuencia absoluta y relativa.

La homogeneidad de la población con respecto a variables demográficas, antecedentes médicos y otros parámetros clínicos fue analizada basalmente. Se han comparado las características iniciales mostradas por los participantes en las dos condiciones experimentales. Las pruebas estadísticas se han realizado dependiendo de la naturaleza de las variables. La comparación de variables categóricas se ha realizado mediante el test de Chi-Square y la comparación de variables continuas mediante el test t-Student.

Para el análisis inferencial de las variables se realizó análisis de varianza (ANOVA y ANCOVA) múltiple para medidas repetidas con dos factores a estudio y una covariable: un factor intrasujeto (tiempo: inicial y final), un factor intersujeto (condición experimental aplicada: experimental (ejercicios de movilización activa) y control (sin ejercicios de movilización activa)) y una covariable (tiempo de estancia en el Centro). Para el análisis post-hoc se realizó test de Bonferroni. Se realizaron las comparaciones para aquellos efectos significativos con la opción de asumir o no igualdad de varianzas.

Para el análisis inferencial, también se utilizó el test t-Student en la comparación entre variables cuantitativas (comparación entre tiempo inicial y final para cada uno de los grupos en estudio).

Todo el análisis estadístico se realizó utilizando inicialmente el total de la muestra; posteriormente se hizo un análisis estratificado en función de la edad (mayores y menores de 80 años).

Se realizó la correlación lineal de Pearson para establecer la existencia de relación entre las variables de estudio.

En el conjunto de pruebas estadísticas el nivel de significación utilizado será de 0,05.

El análisis estadístico fue realizado mediante programa SPSS v21.0

4.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS

La metodología y procedimientos utilizados en el presente estudio han seguido los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (Declaración de Helsinki adoptada en su 18ª Asamblea de la Asociación Médica Mundial en 1964 con las modificaciones posteriores: Edimburgo 2000, Washington 2002 y Tokio 2004 AMM).

4.10 CONFLICTO DE INTERESES

El autor de esta tesis manifiesta no tener ningún conflicto de intereses con ningún aparato, instrumental o material utilizado en el mismo ni con ninguna fuente de financiación.

V - RESULTADOS

V - RESULTADOS

5.1 DIAGRAMA DE FLUJO

En el diagrama de flujo de la figura 14 se indica el desarrollo del estudio.

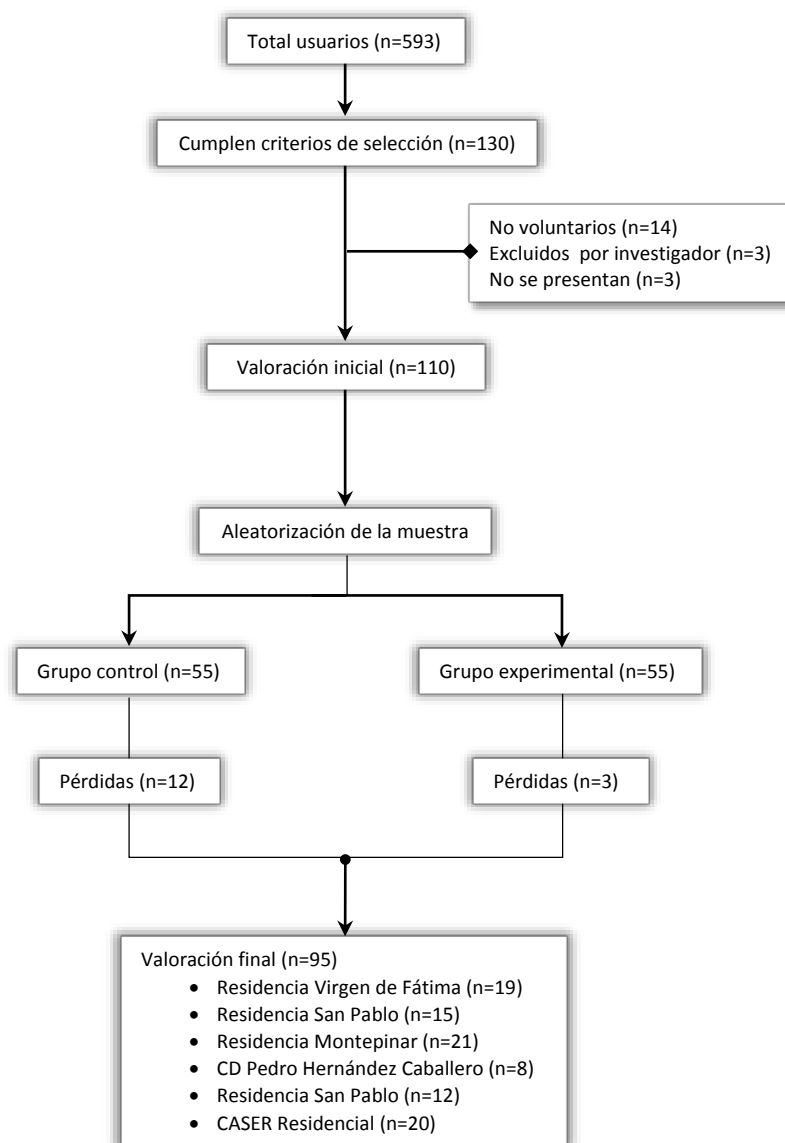


Figura 14. Diagrama de flujo.

Como se muestra en el diagrama de flujo, de los 593 usuarios de todos los centros en los que se realizó el estudio, fueron seleccionados por los fisioterapeutas de los centros 130. De ellos, 110 sujetos fueron incluidos, 14 rechazaron la participación, 3 no pudieron estar presentes en la valoración y 3 fueron descartados por el investigador al considerar que no cumplían los criterios de selección.

La distribución inicial de sujetos por centros fue:

- Residencia Virgen de Fátima: 20 sujetos.
- Residencia San Pablo: 18 sujetos.
- Residencia Montepinar: 23 sujetos.
- CD Pedro Hernández Caballero: 10 sujetos.
- Residencia San Pablo: 15 sujetos.
- CASER Residencial: 24 sujetos.

Los 110 sujetos seleccionados fueron distribuidos de forma aleatoria en dos grupos de 55, grupo control (GC) y grupo experimental (GE).

El estudio se completó con 95 sujetos, 52 en el GE y 43 en el GC. Las causas de abandono del estudio fueron hospitalización (2 sujetos), baja en la residencia (3 sujetos), ausencia en la segunda valoración (3 sujetos), estancia en casa de familiar (2 sujetos), deterioro (2 sujetos), fallecimiento (1 sujeto), abandono voluntario del estudio (1 sujeto) y cirugía reciente (1 sujeto).

5.2 DEMOGRAFÍA DE LOS SUJETOS

La edad media de los sujetos que concluyeron el estudio fue de $81,86 \pm 8,28$ años. Por grupos, la edad media de los sujetos del GC fue $80,85 \pm 9,35$ y la edad media de los sujetos del GE fue de $82,70 \pm 7,27$ años (tabla 2).

Tabla 2. Estadístico descriptivo (media y desviación estándar) de la edad (años) de la muestra.

Grupo de estudio	n	Media	Desviación estándar
Control	43	80,85	9,35
Experimental	52	82,70	7,27
Total	95	81,86	8,28

Como se muestra en la tabla 3 y en la figura 15, hay predominio del sexo femenino tanto en el total de la muestra (68,4%) como en cada grupo de estudio (62,8% en el GC y 73,1% en el GE).

Tabla 3. Distribución de la muestra por grupo de estudio y sexo.

			Grupo de estudio (GE)		Total
			Control	Experimental	
Sexo	Masculino	Número	16	14	30
		% por GE	37,2%	26,9%	31,6%
	Femenino	Número	27	38	65
		% por GE	62,8%	73,1%	68,4%
Total	Número	43	52	95	
	% por sexo	45,3%	54,7%	100,0%	

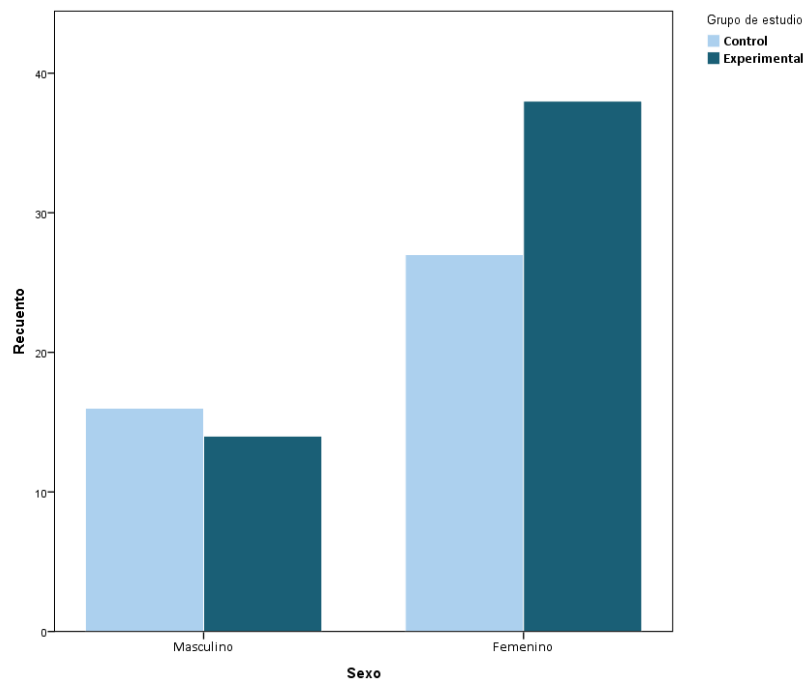


Figura 15. Distribución de la muestra según el sexo y grupo de estudio.

Referente a las características antropométricas (tabla 4) se muestra el promedio del peso, de la talla y del IMC del total de la muestra y por grupo de estudio.

Tabla 4. Estadístico descriptivo (media y desviación estándar) del peso (Kg), talla (cm) e índice de masa corporal (IMC Kg/m²) de la muestra.

		n	Media	Desviación estándar
Peso (kg)	Control	43	69,83	13,94
	Experimental	52	73,35	14,95
	Total	95	71,75	14,53
Talla (cm)	Control	43	156,98	9,31
	Experimental	52	155,34	19,15
	Total	95	156,08	9,76
IMC (Kg/m ²)	Control	43	28,27	4,58
	Experimental	52	30,45	5,73
	Total	95	29,46	5,32

En la siguiente tabla (tabla 5) se muestran los valores medios por grupo de estudio y totales del tiempo transcurrido entre la valoración inicial y final (T^o intervención), del número de sesiones y del tiempo de usuario.

Cabe destacar únicamente no encontramos homogeneidad entre el grupo control y el grupo experimental en el tiempo de usuario ($p < 0,01$).

Tabla 5. Estadístico descriptivo (media y desviación estándar) del tiempo transcurrido entre las dos mediciones (días) del número de sesiones recibidas y del tiempo de usuario de los sujetos (meses).

		n	Media	Desviación estándar
T ^o intervención	Control	43	71,40	6,44
	Experimental	52	71,85	5,17
	Total	95	71,64	5,76
N ^o sesiones	Control	0		
	Experimental	52	38,12	2,00
T ^o usuario	Control	43	40,11	39,06
	Experimental	52	25,76	26,20
	Total	95	32,25	33,25

En la tabla inferior (tabla 6) se muestra la distribución de la muestra por centro y por grupo de estudio. Se puede observar que, tanto en valor absoluto como relativo, el centro en el que concluyeron el estudio más sujetos fue la Residencia San Pablo, con 27 participantes, y en el que menos el Centro de Día Pedro Hernández Caballero con 8. En los otros tres centros fue muy similar. También se observa que el único centro en el que el número de sujetos del grupo control fue menor que el del experimental es la Residencia Nuestra Señora Virgen de Fátima.

Tabla 6. Distribución de la muestra por centro y grupo de estudio.

			Grupo de estudio (GE)		Total
			Control	Experimental	
R. Ntra. Sra. Virgen de Fátima	Número		10	9	19
	% en el centro		52,6%	47,4%	100,0%
	% por GE		23,3%	17,3%	20,0%
R. San Pablo	Número		13	14	27
	% en el centro		48,1%	51,9%	100,0%
	% por GE		30,2%	26,9%	28,4%
Centro R. Montepinar	Número		9	12	21
	% en el centro		42,9%	57,1%	100,0%
	% por GE		20,9%	23,1%	22,1%
C.D. Pedro Hernández Caballero	Número		3	5	8
	% en el centro		37,5%	62,5%	100,0%
	% por GE		7,0%	9,6%	8,4%
CASER Residencial	Número		8	12	20
	% en el centro		40,0%	60,0%	100,0%
	% por GE		18,6%	23,1%	21,1%
Total	Número		43	52	95
	% en el centro		45,3%	54,7%	100,0%
	% por GE		100,0%	100,0%	100,0%

El número de sujetos por grupo de estudio se muestran de forma más gráfica en la figura 16.

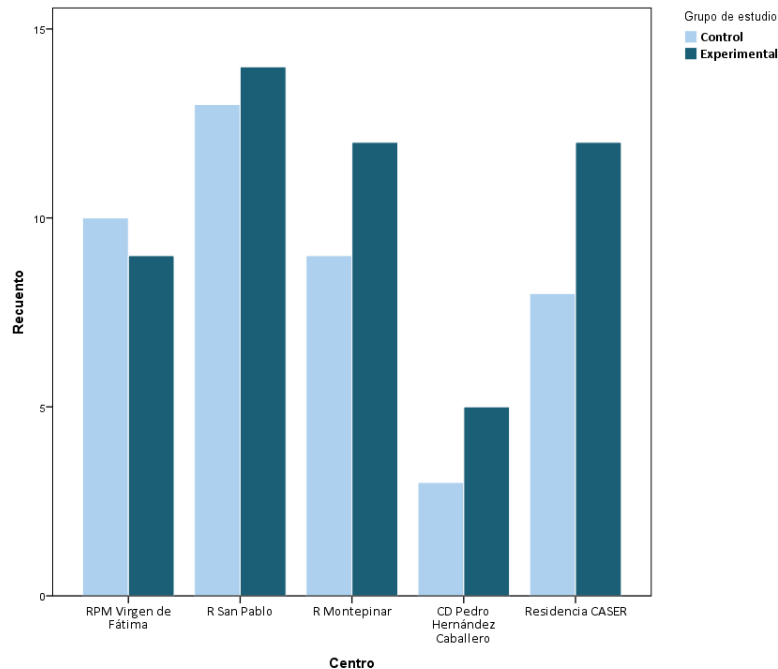


Figura 16. Distribución de la muestra por centro y por grupo de estudio.

5.3 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN LA DISTANCIA MALAR-ESTERNAL

A continuación se van a exponer los resultados del estudio relativos a la variable distancia malar-esternal, tanto en posición de sedestación como en bipedestación. Cada variable se estudió con la totalidad de la muestra y con los sujetos con una edad igual o inferior a 80 años, con resultados similares, por lo que se van a exponer únicamente los resultados de toda la muestra.

5.3.1 Distancia malar-esternal en posición de sedestación (DMES)

5.3.1.1 Variación de la distancia malar-esternal en posición de sedestación

Al comparar el grupo control y el experimental antes del inicio de la intervención, se observó que los dos grupos eran homogéneos ($p=0,12$).

Como se refleja en la tabla 7, la DMES en la primera valoración fue de $38,95 \pm 17,87$ mm en el grupo control y de $33,96 \pm 17,31$ mm en el grupo experimental, y en la valoración final fue de $39,81 \pm 22,80$ y de $32,09 \pm 20,14$ respectivamente.

Tabla 7. Comparación por grupo de estudio de la distancia malar-esternal (mm) en posición de sedestación.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	38,95	17,87	0,76	0,59
	Final	43	39,81	22,80		
Grupo experimental	Inicial	52	33,26	17,31	0,65	
	Final	52	32,09	20,14		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

En la figura 17 se observa de forma gráfica como en el grupo control se produjo un aumento de la DMES (p=0,76) mientras que en el grupo experimental se redujo (p=0,65).

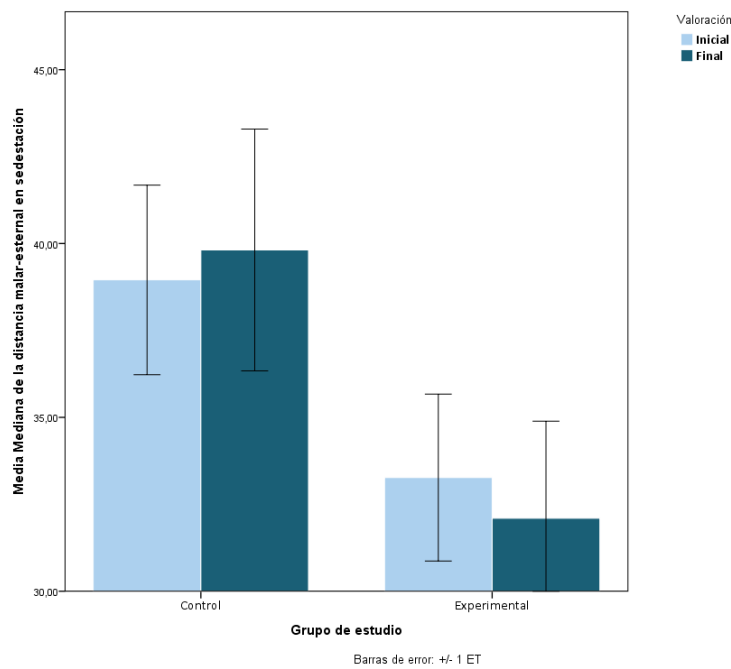


Figura 17. Variación de la distancia malar-esternal (mm) en posición de sedestación por grupo de estudio.

La variación o diferencia de la distancia malar-esternal entre la valoración final y la inicial se puede producir tanto en sentido positivo, lo que aumenta el

valor de esta distancia y la cabeza se adelantaría, como en sentido negativo, en cuyo caso se reduce y la cabeza se retrasaría.

El resultado mostrado anteriormente se puede deber a que efectivamente no se produzca una variación de la distancia malar-esternal o que se produzca únicamente en sentido positivo o únicamente en sentido negativo pero sin ser lo suficientemente grande. Pero también obtendríamos idéntico resultado si la variación de la distancia malar-esternal se produjera en direcciones opuestas, es decir, en unos sujetos aumenta y en otros disminuye. En este caso un aumento de la distancia contrarresta una disminución, lo que ocasionaría que el valor de la media no tuviera modificaciones significativas aunque las variaciones fueran lo suficientemente grandes como para encontrar diferencias significativas.

Para determinar cuál era la situación de las expuestas con anterioridad, se realizó la comparación entre los dos grupos de estudio teniendo en cuenta el valor absoluto de la variación de la DMES, anulándose de esta forma el sentido del mismo.

Con esta premisa se observó que la variación de la DMES en el grupo control fue de $15,69 \pm 12,92$ mm ($p < 0,0001$) y en el grupo experimental de $12,90 \pm 10,89$ mm ($p < 0,0001$), no existiendo diferencias significativas en la variación de la DMES entre los dos grupos ($p = 0,25$) (tabla 8).

Tabla 8. Comparación de la variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal (mm) en posición de sedestación por grupo de estudio.

Grupo de estudio	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	43	15,69	12,92	0,0001**	0,25
Grupo experimental	52	12,90	10,89	0,0001**	

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

En la figura 18 se puede ver de forma gráfica como la variación en valor absoluto de la DMES en el grupo experimental es menor que en el grupo control.

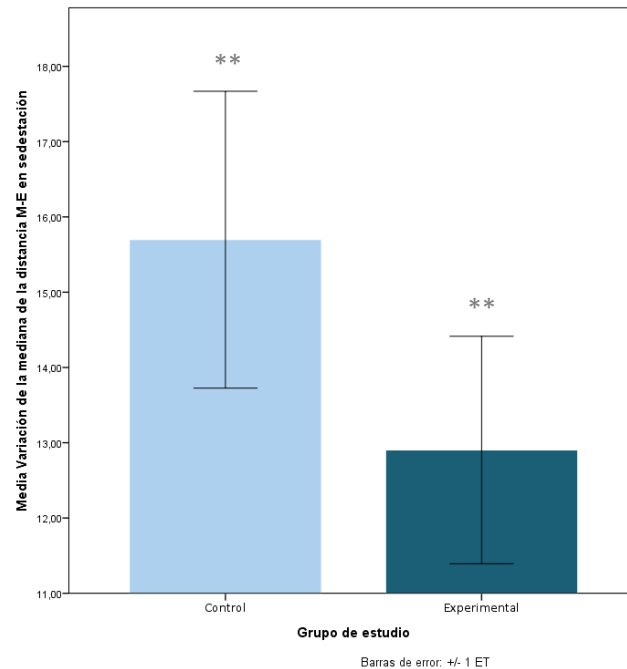


Figura 18. Variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal (mm) en posición de sedestación por grupo de estudio.

*** $p < 0,0001$ diferencias significativas en la variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal en los dos grupos de estudio.*

5.3.1.2 Comportamiento del desplazamiento de la cabeza en posición de sedestación

Antes de exponer los resultados de este punto debemos recordar que un desplazamiento anterior de la cabeza se relaciona con un aumento (incremento positivo) de la DME y un desplazamiento posterior de la cabeza con una disminución (incremento negativo) de la DME.

Una vez constatada la variación de la DMES, lo que procede es conocer el comportamiento de la dirección del desplazamiento de la cabeza (DDC) (tabla 9). Nos encontramos que de los 95 sujetos que terminaron el estudio, tienen desplazamiento de la cabeza 88 (92,6%), de los cuales la adelantan 45 (51,1%) y la retrasan 43 (48,9%). Por grupo de estudio, en el grupo control 40 de los 43 sujetos que lo componen tienen desplazamiento de la cabeza, 19 (47,5%) en sentido anterior y 21 (52,5%) en sentido posterior. En el grupo experimental desplazan la

cabeza 48 de los 52 componentes, 26 (54,2%) la adelantan y la retroceden 22 (45,8%). La significación estadística para esta comparación es de $p=0,53$ (Chi-cuadrado de Pearson), por lo que no hay diferencias significativas con respecto a la dirección del desplazamiento de la cabeza en ninguno de los dos grupos ni entre los grupos.

Tabla 9. Dirección del desplazamiento de la cabeza por grupo de estudio en posición de sedestación.

		Dirección desplazamiento cabeza		Total
		Adelanta	Retrocede	
Control	Recuento	19	21	40
	% dentro de GC	47,5%	52,5%	100,0%
	% dentro de DDC	42,2%	48,8%	45,5%
	% del total	21,6%	23,9%	45,5%
	Residuos tipificados	-,3	,3	
Experimental	Recuento	26	22	48
	% dentro de GE	54,2%	45,8%	100,0%
	% dentro de DDC	57,8%	51,2%	54,5%
	% del total	29,5%	25,0%	54,5%
	Residuos tipificados	,3	-,3	
Total	Recuento	45	43	88
	% dentro de Total	51,1%	48,9%	100,0%
	% dentro de DDC	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	51,1%	48,9%	100,0%

DDC: Dirección del desplazamiento de la cabeza.

Por otro lado, en la tabla 10 se puede ver como en los 45 individuos que adelantan la cabeza el valor medio de la DMES en la valoración inicial es de $30,04 \pm 15,53$ mm y en los que la retrasan es de $41,46 \pm 16,02$ mm, existiendo diferencias significativas entre ambos ($p<0,001$).

Tabla 10. Comparación de la distancia malar-esternal inicial (mm) en posición de sedestación según la dirección del desplazamiento de la cabeza.

Dirección del desplazamiento cabeza	N	Media DMES_1	S.D.	p
Adelanta	45	30,04	15,53	0,001**
Retrocede	43	41,46	16,02	

DMES_1: DMES en la valoración inicial. S.D.: desviación estándar.

En la figura 19 se puede observar de forma gráfica los datos de la tabla anterior, de forma que en el grupo experimental hay más individuos con desplazamiento anterior de cabeza que con desplazamiento posterior, mientras que en el grupo control ocurre lo contrario.

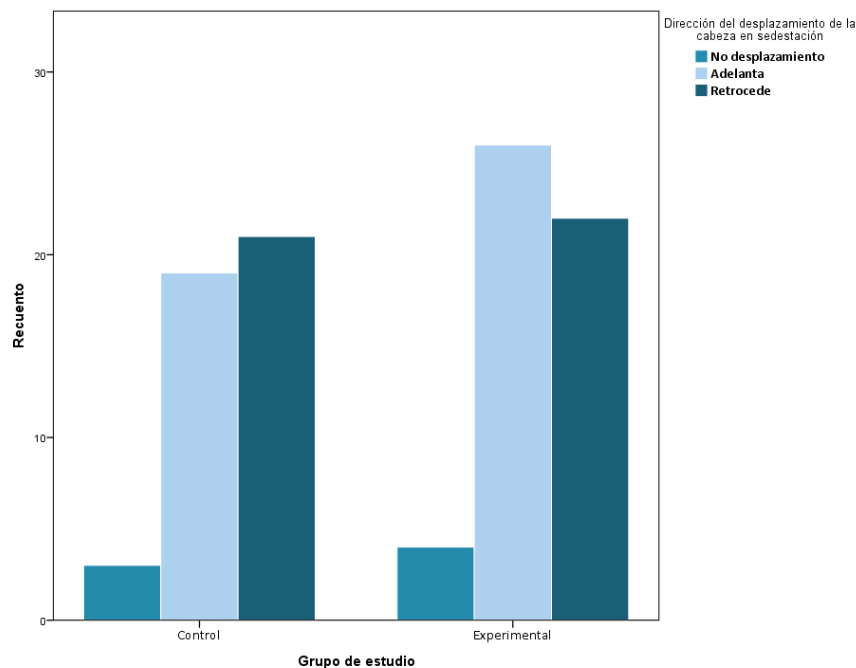


Figura 19. Número de casos por grupo de estudio de la dirección del desplazamiento de la cabeza en sedestación.

En la figura 20 se muestra como la DMES inicial es menor en los casos en los que se produce un desplazamiento anterior de la cabeza que en aquellos en los que hay un desplazamiento posterior de la misma.

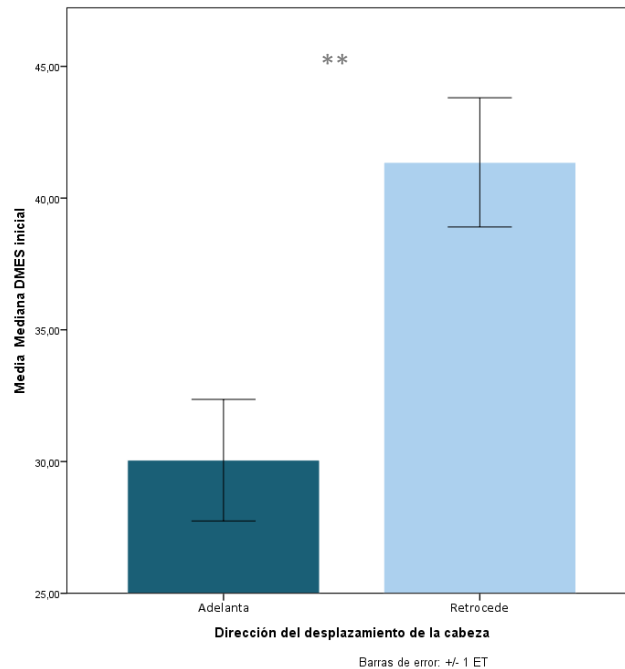


Figura 20. Dirección del desplazamiento de la cabeza en posición de sedestación según el valor de la distancia malar-esternal inicial (mm).

** $p < 0,001$: diferencias significativas en la DMES inicial según la dirección del desplazamiento de la cabeza.

Al comparar por grupo de estudio la DMES en la valoración inicial según la dirección del desplazamiento de la cabeza (tabla 11) se observa que en aquellos que adelantan la cabeza el GC tiene una DMES inicial de $32,47 \pm 16,73$ y el GE de $28,26 \pm 14,67$ ($p=0,37$). En los sujetos que retrasan la cabeza, en el GC la DME inicial es de $45,61 \pm 17,72$ y en el experimental de $37,50 \pm 13,44$ ($p=0,09$). Por lo tanto, en ambos casos, hay homogeneidad entre los grupos de estudio.

Tabla 11. Comparación por grupo de estudio de la distancia malar-esternal en sedestación (mm) en la valoración inicial según la dirección del desplazamiento de la cabeza.

Dirección del desplazamiento cabeza	Grupo de estudio	N	Media DMES_1	S.D.	p
Adelanta	Grupo control	19	32,47	16,73	0,37
	Grupo experimental	26	28,26	14,67	
Retrocede	Grupo control	21	45,61	17,72	0,09
	Grupo experimental	22	37,50	13,44	

DMES_1: DMES en la valoración inicial. S.D.: desviación estándar.

En la figura 21 se puede ver que tanto en los casos en los que se adelanta la cabeza como en los que se retrasa, la valoración inicial de la DMES es mayor en el grupo control.

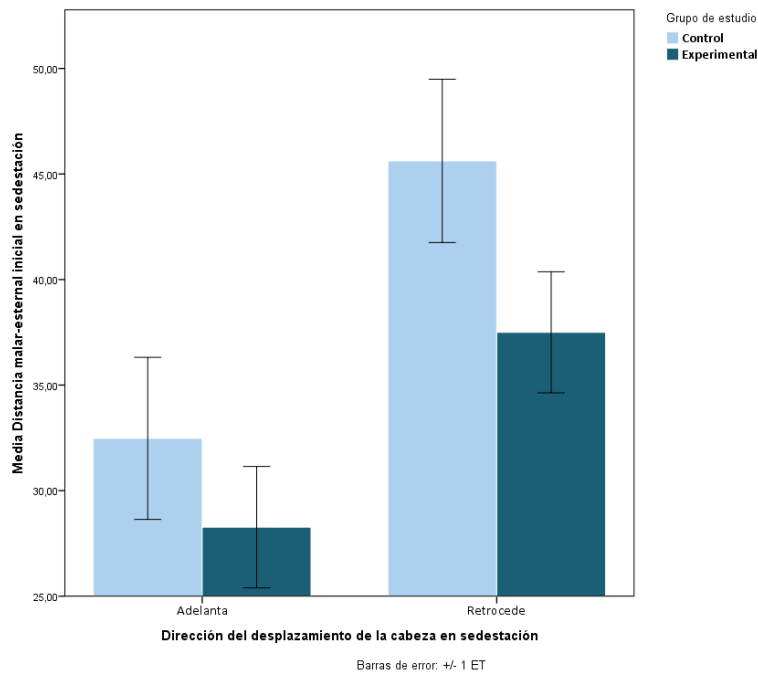


Figura 21. Dirección del desplazamiento de la cabeza en posición de sedestación según el valor de la distancia malar-esternal inicial (mm) por grupo de estudio.

Al comparar la variación de la DMES por grupo de estudio y según se produjera un desplazamiento anterior o posterior de la cabeza, se obtuvieron los resultados reflejados en la tabla 12.

Tabla 12. Comparación por grupo de estudio de la variación de la DMES (mm) según la dirección del desplazamiento de la cabeza.

Dirección del desplazamiento cabeza	Grupo de estudio	N	Media	S.D.	p
Adelanta	Grupo control	19	18,73	15,73	0,07
	Grupo experimental	26	11,73	9,53	
Retrocede	Grupo control	21	15,19	9,06	0,65
	Grupo experimental	22	16,63	11,49	

S.D.: desviación estándar.

De los sujetos que adelantan la cabeza, la media de la variación del valor absoluto de la DMES en el grupo control es de $18,73 \pm 15,73$ mm y de $11,73 \pm 9,53$ en el grupo experimental, obteniendo una tendencia a la significación entre los dos grupos ($p=0,07$). En aquellos en los que se produce un desplazamiento posterior de la cabeza, en el grupo control la media de la variación del valor absoluto de la DMES es de $15,19 \pm 9,06$ mm y en el grupo experimental es de $16,63 \pm 11,49$ ($p=0,65$). Esta información se puede ver en la figura 22.

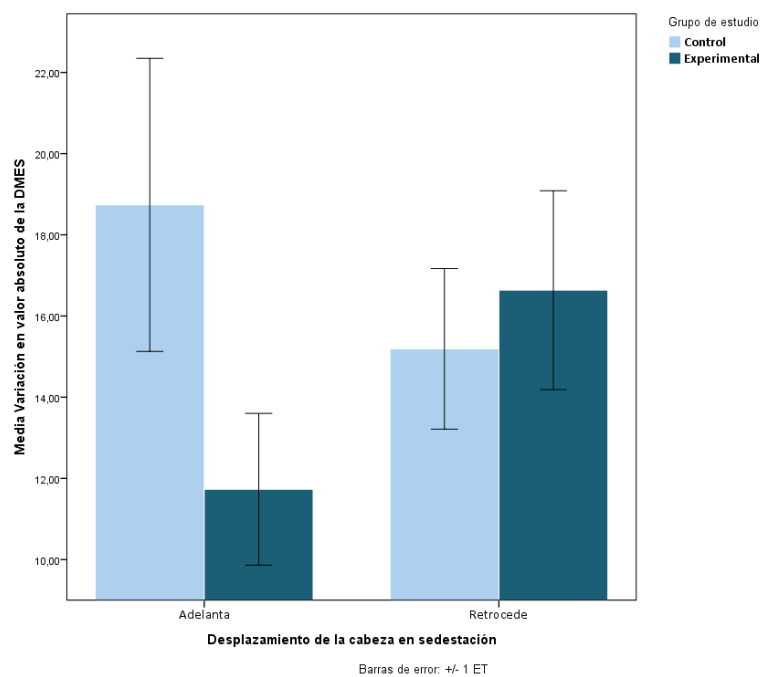


Figura 22. Dirección del desplazamiento de la cabeza por grupo de estudio en función de la variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal en posición de sedestación.

5.3.2 Distancia malar-esternal en posición de bipedestación (DMEB)

5.3.2.1 Variación de la distancia malar-esternal en posición de bipedestación

Al comparar el grupo control y el experimental antes del inicio de la intervención, se observó que los dos grupos eran homogéneos ($p=0,19$).

Como se refleja en la tabla 13, la DMEB del grupo control en la primera valoración fue de $51,23 \pm 21,67$ mm y la valoración final fue de $50,62 \pm 22,30$

mientras que en el grupo experimental fue de $45,69 \pm 19,86$ mm, y de $42,32 \pm 17,71$ respectivamente.

Tabla 13. Comparación por grupo de estudio de la distancia malar-esternal (mm) en posición de bipedestación.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	51,23	21,67	0,81	0,44
	Final	43	50,62	22,30		
Grupo experimental	Inicial	52	45,69	19,86	0,16	
	Final	52	42,32	17,71		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

En la figura 23 se observa de forma gráfica como tanto en el grupo control como en el experimental se produjo una disminución de la DMEB ($p=0,81$ y $p=0,16$ respectivamente), siendo más acusada en el segundo.

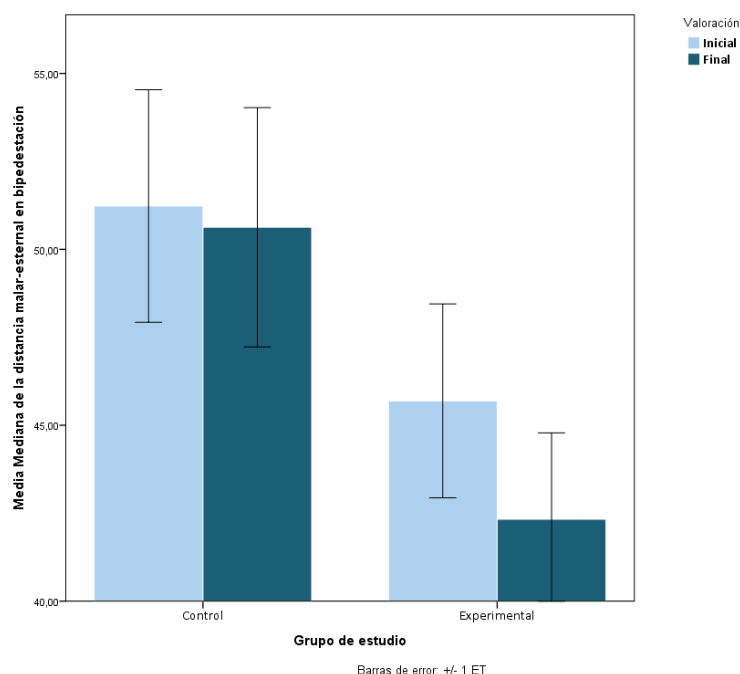


Figura 23. Variación de la distancia malar-esternal (mm) en posición de bipedestación por grupo de estudio.

Al comparar los dos grupos de estudio teniendo en cuenta el valor absoluto de la variación de la distancia malar-esternal, se observó que la variación de la DMEB en el grupo control fue de $15,34 \pm 9,31$ mm ($p < 0,0001$) y en el grupo experimental de $12,59 \pm 11,14$ mm ($p < 0,0001$), no existiendo diferencias significativas en la variación de la DMEB entre los dos grupos (tabla 14).

Tabla 14. Comparación de la variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal (mm) en posición de bipedestación.

Grupo de estudio	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	43	15,34	9,31	0,0001**	0,20
Grupo experimental	52	12,59	11,14	0,0001**	

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

En la figura 24 se puede ver de forma gráfica como la variación de la DMEB en el grupo experimental es menor que en el grupo control.

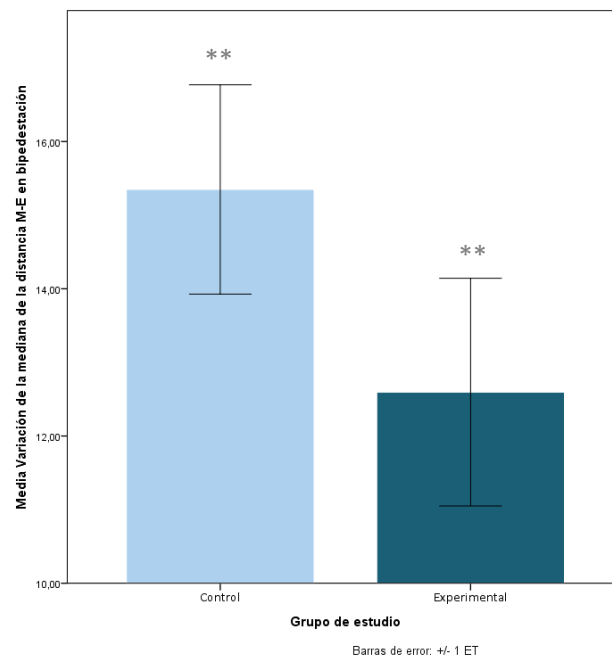


Figura 24. Variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal (mm) en posición de bipedestación por grupo de estudio.

** $p < 0,0001$ diferencias significativas en la variación, en valor absoluto, de la distancia malar-esternal en los dos grupos de estudio.

5.3.2.2 Comportamiento del desplazamiento de la cabeza en posición de bipedestación

Como se muestra en la tabla 15, Nos encontramos que de los 95 sujetos que terminaron el estudio 90 (94,7%) tienen desplazamiento de la cabeza de los cuales la adelantan 35 (38,9%) y la retroceden 55 (61,1%). Por grupo de estudio, en el grupo control 40 de los 43 sujetos que lo componen tienen desplazamiento de la cabeza, 17 (40,5%) en sentido anterior y 25 (59,5%) en sentido posterior. En el grupo experimental 48 de los 52 componentes desplazan la cabeza, adelantándola 18 (37,5%) y retrasándola 30 (62,5%). La significación estadística para esta comparación es de $p=0,77$ (Chi-cuadrado de Pearson), por lo que no hay diferencias significativas con respecto a la dirección del desplazamiento de la cabeza en ninguno de los dos grupos ni entre los grupos.

Tabla 15. Dirección del desplazamiento de la cabeza por grupo de estudio en posición de bipedestación.

		Dirección desplazamiento cabeza		Total
		Adelanta	Retrocede	
Control	Recuento	17	25	42
	% dentro de GC	40,5%	59,5%	100,0%
	% dentro de DDC	48,6%	45,5%	46,7%
	% del total	18,9%	27,8%	46,7%
	Residuos tipificados	,2	-,1	
Experimental	Recuento	18	30	48
	% dentro de GE	37,5%	62,5%	100,0%
	% dentro de DDC	51,4%	54,5%	53,3%
	% del total	20,0%	33,3%	53,3%
	Residuos tipificados	-,2	,1	
Total	Recuento	35	55	90
	% dentro de Total	38,9%	61,1%	100,0%
	% dentro de DDC	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	38,9%	61,1%	100,0%

DDC: Dirección del desplazamiento de la cabeza.

En la figura 25 se puede observar que tanto en el grupo control como en el grupo experimental hay más individuos con desplazamiento posterior de cabeza que con desplazamiento anterior.

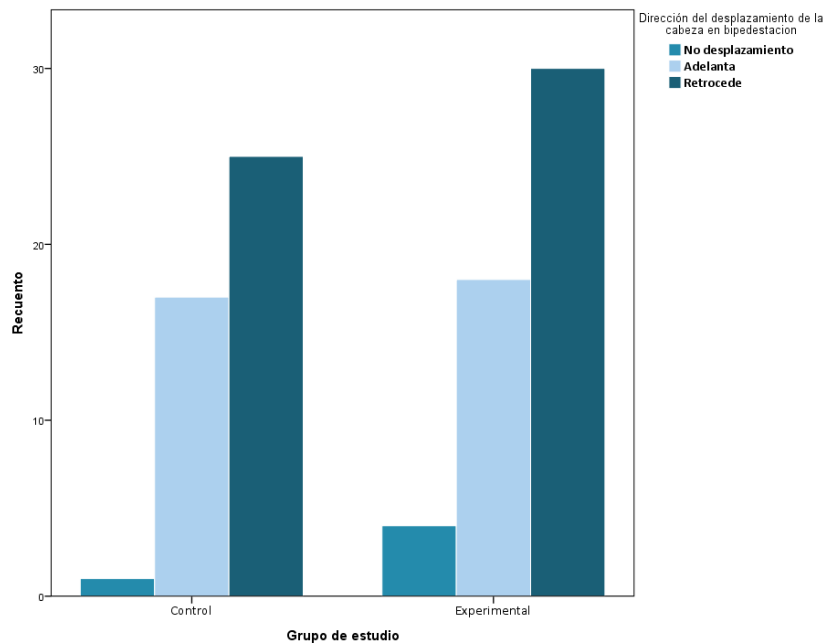


Figura 25. Número de casos por grupo de estudio de la dirección del desplazamiento de la cabeza en bipedestación.

Por otro lado, en la tabla 16 se puede ver como en los 35 individuos que adelantan la cabeza, el valor medio de la DMEB en la valoración inicial es de $39,48 \pm 19,23$ mm y en los que la retrasan es de $54,12 \pm 20,57$ mm, existiendo diferencias significativas entre ambos ($p < 0,001$).

Tabla 16. Comparación de la distancia malar-esternal inicial (mm) en posición de bipedestación según la dirección del desplazamiento de la cabeza.

Dirección del desplazamiento cabeza	N	Media DMEB_1	S.D.	p
Adelanta	35	39,48	19,23	0,001**
Retrocede	55	54,12	20,57	

DMEB_1: DMES en la valoración inicial. S.D.: desviación estándar.

En la figura 26 se muestra como la DMEB inicial es menor en los casos en los que se produce un desplazamiento anterior de la cabeza que en aquellos en los que hay un desplazamiento posterior de la misma.

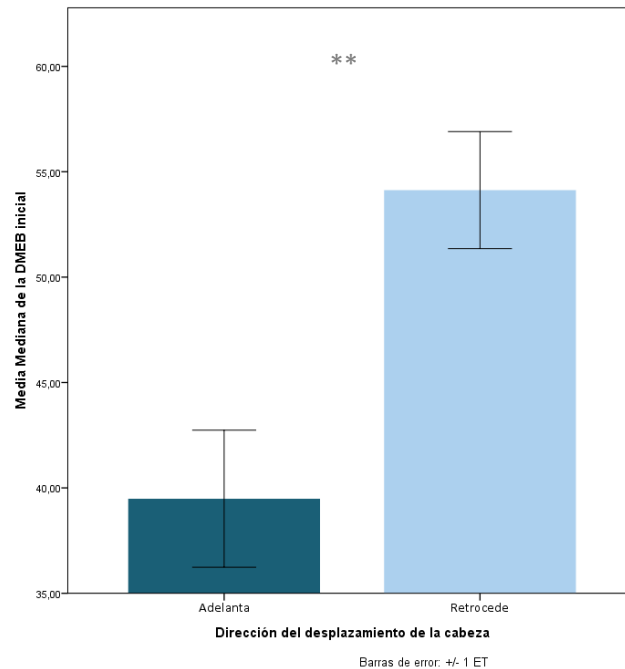


Figura 26. Dirección del desplazamiento de la cabeza en posición de bipedestación según el valor de la distancia malar-esternal inicial (mm).

**** $p < 0,001$: diferencias significativas en la DMES inicial según la dirección del desplazamiento de la cabeza.*

Si comparamos por grupo de estudio la DMEB en la valoración inicial según la dirección del desplazamiento de la cabeza (tabla 17) se observa que en aquellos que adelantan la cabeza el GC tiene una DME inicial de $42,17 \pm 18,98$ y el GE de $36,94 \pm 19,66$ ($p=0,42$). En los sujetos que retrasan la cabeza, en el GC la DME inicial es de $57,24 \pm 22,04$ y en el experimental de $51,53 \pm 19,26$ ($p=0,31$). Por lo tanto, en ambos casos, hay homogeneidad entre los grupos de estudio.

En la figura 27 se puede ver que tanto en los casos en los que se adelanta la cabeza como en los que se retrasa, la valoración inicial de la DMES es mayor en el grupo control.

Tabla 17. Comparación por grupo de estudio de la distancia malar-esternal en bipedestación (mm) en la valoración inicial según la dirección del desplazamiento de la cabeza.

Dirección del desplazamiento cabeza	Grupo de estudio	N	Media DMEB_1	S.D.	p
Adelanta	Grupo control	17	42,17	18,98	0,42
	Grupo experimental	18	36,94	17,72	
Retrocede	Grupo control	25	57,24	22,04	0,31
	Grupo experimental	30	51,53	19,26	

DMEB_1: DMES en la valoración inicial. S.D.: desviación estándar.

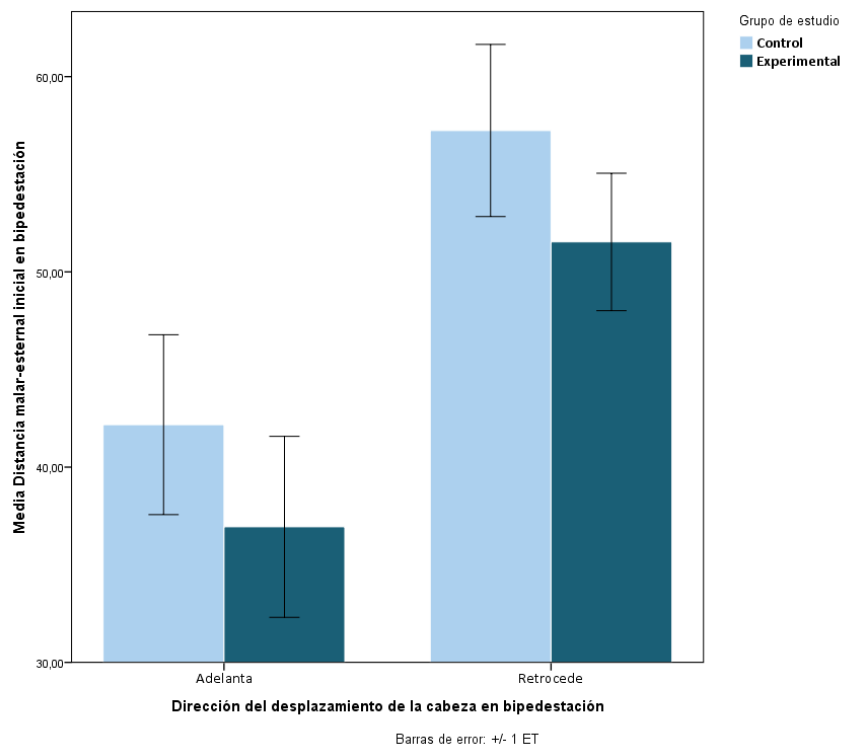


Figura 27. Dirección del desplazamiento de la cabeza en posición de bipedestación según el valor de la distancia malar-esternal inicial (mm) por grupo de estudio.

Al comparar la variación, en valor absoluto, de la DMEB por grupo de estudio y según se produjera un desplazamiento anterior o posterior de la cabeza, se observa que de los sujetos que adelantan la cabeza, la media de la variación del valor absoluto de la DMEB en el grupo control es de $18,64 \pm 7,99$ mm y de $13,33 \pm$

7,66 en el grupo experimental, aproximándose a diferencias significativas entre los dos grupos ($p=0,07$). En aquellos en los que se produce un desplazamiento posterior de la cabeza, en el grupo control la media de la variación del valor absoluto de la DMEB es de $13,72 \pm 9,44$ mm y en el grupo experimental es de $13,83 \pm 12,66$ ($p=0,97$) (tabla 18).

Tabla 18. Comparación por grupo de estudio de la variación de la DMEB (mm) según la dirección del desplazamiento de la cabeza.

Dirección del desplazamiento cabeza	Grupo de estudio	N	Media	S.D.	p
Adelanta	Grupo control	17	18,64	7,99	0,07
	Grupo experimental	18	13,33	7,66	
Retrocede	Grupo control	25	13,72	9,44	0,97
	Grupo experimental	30	13,83	12,66	

S.D.: desviación estándar.

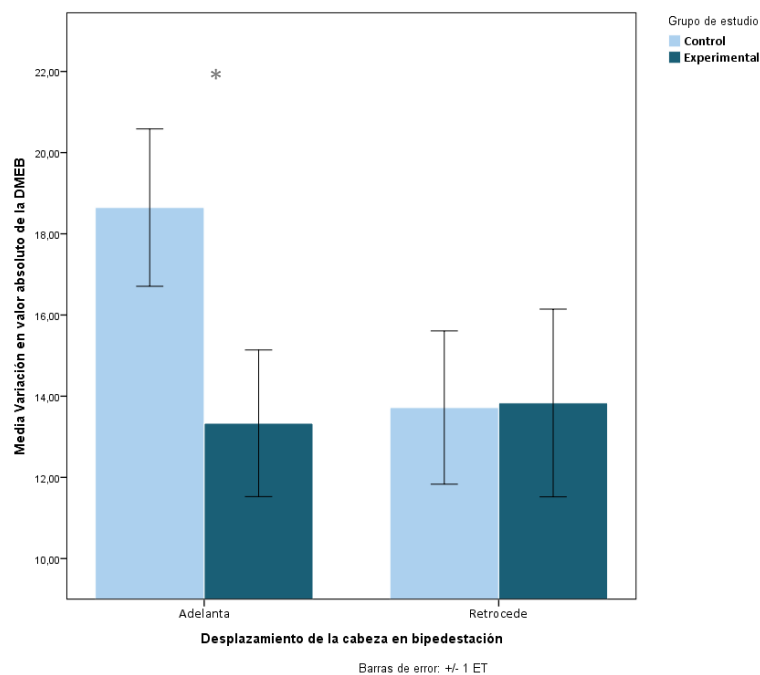


Figura 28. Dirección del desplazamiento de la cabeza por grupo de estudio en función de la variación de la distancia malar-esternal en posición de bipedestación.

* $p<0,05$ diferencias significativas en la variación del desplazamiento entre el grupo control y el grupo experimental.

En la figura 28 se puede observar como la variación de la DMEB en los casos en los que se retrasa la cabeza es muy similar. Sin embargo, en los casos en los que hay un adelantamiento de la cabeza, en el grupo control se produce un mayor desplazamiento que en el experimenta.

5.4 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN EL EQUILIBRIO

Cada variable de estudio se va a exponer en primer orden teniendo en cuenta la totalidad de la muestra que concluyó el estudio y posteriormente teniendo en cuenta únicamente los sujetos con una edad menor o igual a 80 años e introduciendo como covariable en el análisis estadístico el tiempo de usuario, para neutralizar la influencia de esta variable.

5.4.1 Variables de desplazamiento del centro de presiones (CoP) con ojos abiertos

5.4.1.1 Desplazamiento del CoP con los ojos abiertos (Long_OA)

Al comparar el grupo control y el experimental antes de la intervención se observa que no hay diferencias significativas ($p=0,43$), por lo que los grupos eran homogéneos al inicio del estudio.

Tabla 19. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	735,17	259,18	0,34	0,15
	Final	43	783,88	339,52		
Grupo experimental	Inicial	52	816,50	635,68	0,28	
	Final	52	766,38	460,00		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

Como se observa en la tabla 19 la realización de los ejercicios no produjo variaciones significativas en ninguno de los dos grupos ni al comparar la evolución de ambos grupos entre sí. La media de la longitud de desplazamiento

en el grupo control fue de $735,17 \pm 259,17$ mm y de $783,88 \pm 339,52$ mm en la valoración inicial y final respectivamente, mientras que en el grupo experimental fue de $816,49 \pm 635,68$ mm y de $766,38 \pm 559,99$ mm.

Como se puede observar en la tabla anterior y en la siguiente figura (figura 29), en el grupo control se produjo un aumento de la longitud de desplazamiento ($p=0,34$) mientras que en el grupo experimental se redujo ($p=0,23$), en ambos casos sin diferencias significativas, como se ha indicado anteriormente.

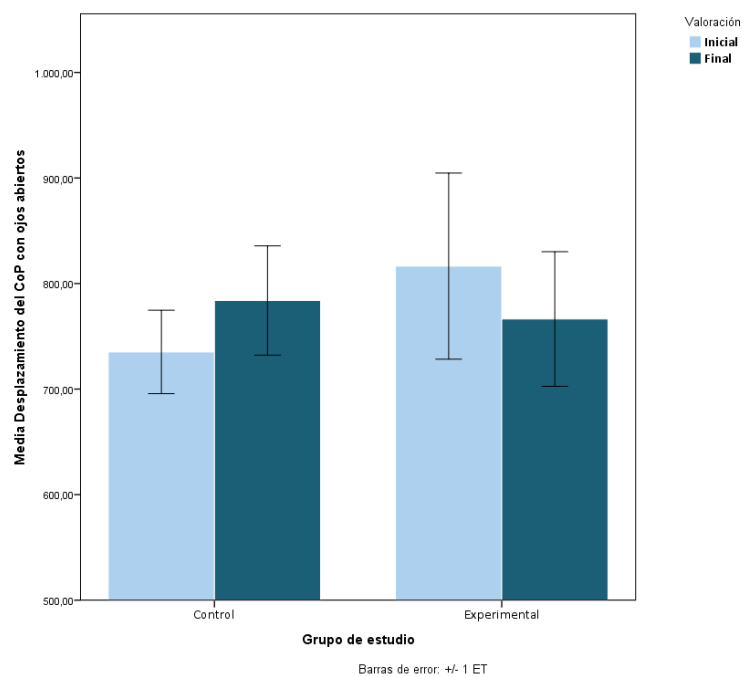


Figura 29. Desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.1.1.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Si seleccionamos a los sujetos con una edad igual o inferior a 80 años y se introduce el tiempo de usuario como covariable del estudio, sigue sin haber diferencias significativas entre los grupos de estudio antes de la intervención ($p=0,10$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Con estas condiciones, se pueden apreciar cambios reseñables en los resultados estadísticos (tabla 20), de forma que sólo en el grupo experimental hay

una reducción de la longitud del desplazamiento con cambios estadísticamente significativos ($p < 0,05$) mientras que en el grupo control aumenta el valor de esta variable ($p = 0,42$). Al comparar las diferencias en la evolución de los dos grupos de estudio también aparecen diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 20. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	631,21	138,38	0,42	0,05*
	Final	18	699,05	219,77		
Grupo experimental	Inicial	17	967,99	1032,52	0,05*	
	Final	17	767,51	596,08		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

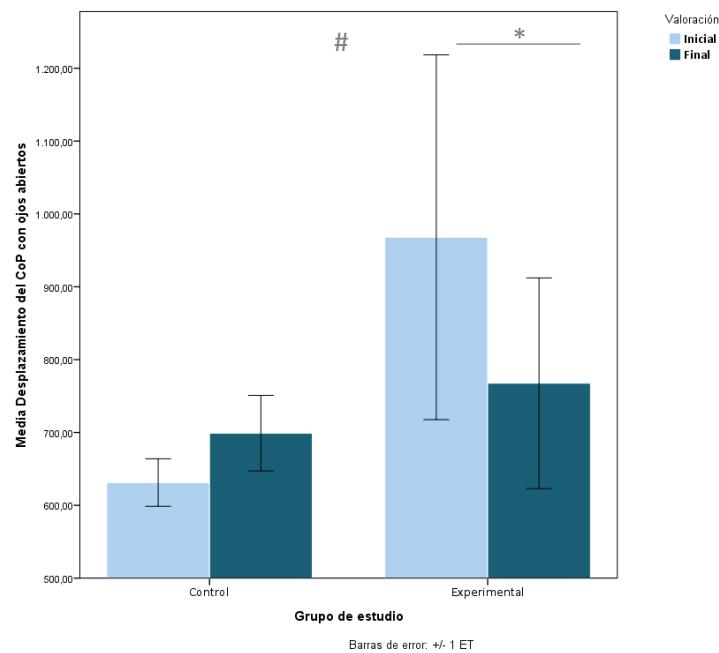


Figura 30. Desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

* $p < 0,05$ diferencias significativas intragrupo con la covariable. # $p < 0,05$ diferencias significativas intergrupo con la covariable.

En la figura anterior (figura 30) se observa que en el grupo control aumenta la longitud de desplazamiento del CoP mientras que en el experimental disminuye.

5.4.1.2 Desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos (Long_X_OA)

Si se comparan el grupo control y el grupo experimental al inicio del estudio, se comprueba que no hay diferencias significativas entre ellos ($p=0,43$), por lo que los grupos eran homogéneos al inicio del mismo.

En cuanto a la media de la longitud de desplazamiento lateral, en el grupo control fue de $328,14 \pm 116,93$ mm en la valoración inicial y de $359,78 \pm 154,12$ mm en la valoración final, mientras que en el grupo experimental fue de $392,71 \pm 528,26$ mm y de $367,47 \pm 320,17$ mm respectivamente. No se produjeron variaciones significativas en la evolución de cada grupo ($p=0,37$ para el grupo control y $p=0,44$ para el grupo experimental) ni al comparar la evolución de ambos grupos ($p=0,24$) (tabla 21).

Tabla 21. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	328,14	116,93	0,37	0,24
	Final	43	359,78	154,12		
Grupo experimental	Inicial	52	392,71	528,26	0,44	
	Final	52	367,47	320,17		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

Tal y como se presentó en la variable Long_OA, la media de la longitud recorrida aumentó en el grupo control y se redujo en el grupo experimental, en ambos con diferencias no significativas estadísticamente. Esto se puede apreciar de forma más evidente en la figura 31.

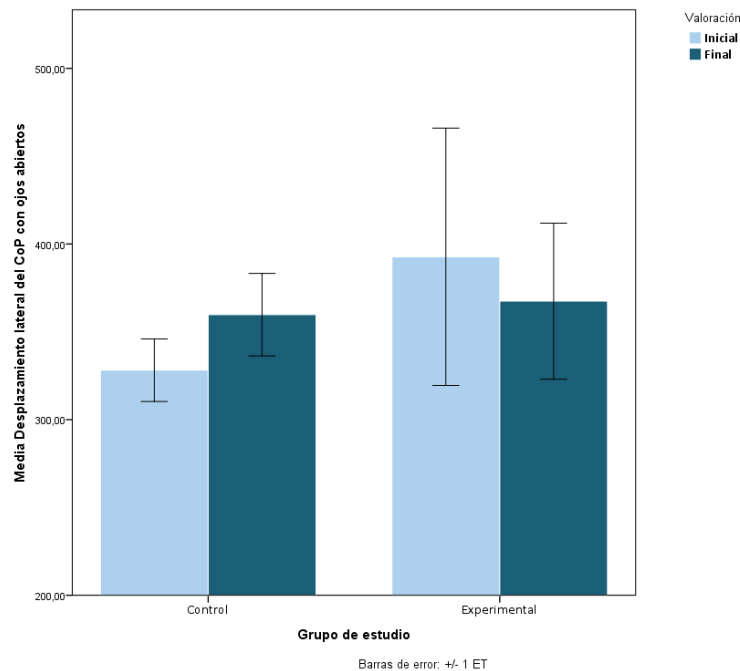


Figura 31. Desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.1.2.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Al seleccionar la muestra con una edad igual o inferior a 80 años tiene en cuenta el tiempo de usuario como covariable, siguen sin aparecer diferencias significativas entre los grupos de estudio al inicio del estudio ($p=0,10$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Al igual que sucede con la variable Long_OA, se pueden apreciar modificaciones a destacar en el grupo experimental ya que hay una reducción de la media de la longitud del desplazamiento lateral con cambios estadísticamente significativos ($p<0,03$), mientras que en el grupo control aumenta el valor de esta variable ($p=0,33$). Al comparar las diferencias en la evolución de los dos grupos de estudio también aparecen diferencias significativas ($p<0,03$) (tabla 22).

Tabla 22. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	228,57	57,29	0,33	0,03*
	Final	18	345,35	130,77		
Grupo experimental	Inicial	17	572,42	902,26	0,03*	
	Final	17	411,67	510,64		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

En la siguiente figura (figura 32) se puede observar la evolución del comportamiento de cada grupo de estudio.

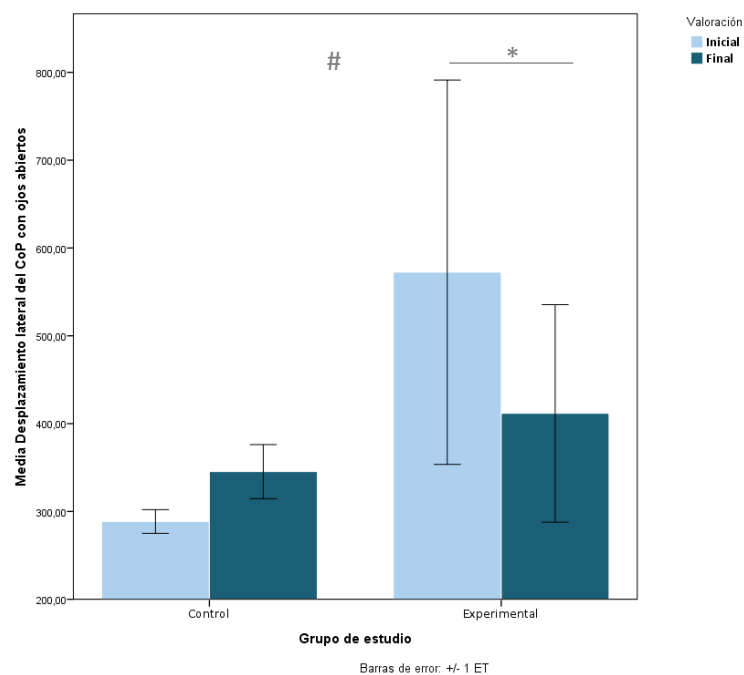


Figura 32. Desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

* $p < 0,03$ diferencias significativa intragrupo con la covariable. # $p < 0,03$ diferencias significativas intergrupo con la covariable.

5.4.1.3 Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos (Long_Y_OA)

Al comparar al inicio del estudio el grupo control y el grupo experimental no hay diferencias significativas ($p=0,49$) entre los grupos, por lo que eran homogéneos al inicio del estudio.

Como se puede observar en la tabla 23, en el grupo control al inicio del estudio la media de la longitud de desplazamiento fue de $547,09 \pm 219,85$ mm y a la finalización del mismo fue de $581,91 \pm 289,13$ mm. En el grupo experimental fue de $586,90 \pm 325,29$ mm y de $548,75 \pm 313,02$ mm. No se observan variaciones significativas en ninguno de los dos grupos ($p=0,34$ en el grupo control y $p=0,28$ en el grupo experimental) ni al comparar la evolución de ambos grupos ($p=0,15$).

Tabla 23. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	547,09	219,85	0,34	0,15
	Final	43	581,91	289,13		
Grupo experimental	Inicial	52	586,90	325,29	0,28	
	Final	52	548,75	313,02		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

Como se puede observar en la tabla anterior y en la siguiente figura (figura 33), esta variable se comporta de forma similar a Long_OA y Long_X_OA ya que en el grupo control se produce un aumento de la longitud de desplazamiento mientras que en el grupo experimental se reduce, en ambos casos sin diferencias significativas, como se ha indicado anteriormente.

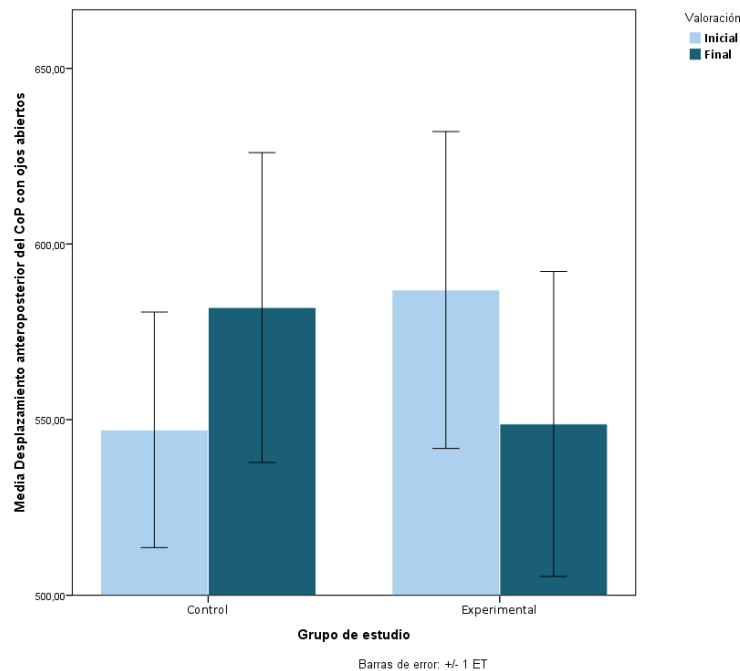


Figura 33. Desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.1.3.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Si seleccionamos a los sujetos con una edad igual o inferior a 80 años y se tiene en cuenta el tiempo de usuario como covariable, siguen sin presentarse diferencias significativas entre los grupos de estudio en la valoración inicial ($p=0,10$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Con estas premisas, se pueden apreciar modificaciones destacables en el estudio estadístico (tabla 24). En el grupo experimental hay una reducción de la longitud del desplazamiento con modificaciones próximas a ser estadísticamente significativas ($p=0,06$). En el grupo control aumenta el valor de esta variable ($p=0,47$). Al comparar las diferencias en la evolución de los dos grupos se aprecian resultados próximos a diferencias estadísticamente significativas ($p=0,07$).

Tabla 24. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	461,19	134,11	0,47	0,07
	Final	18	496,42	142,27		
Grupo experimental	Inicial	17	614,40	422,64	0,06	
	Final	17	509,84	263,38		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

En la siguiente figura (figura 34) se puede observar la evolución del comportamiento de cada grupo de estudio.

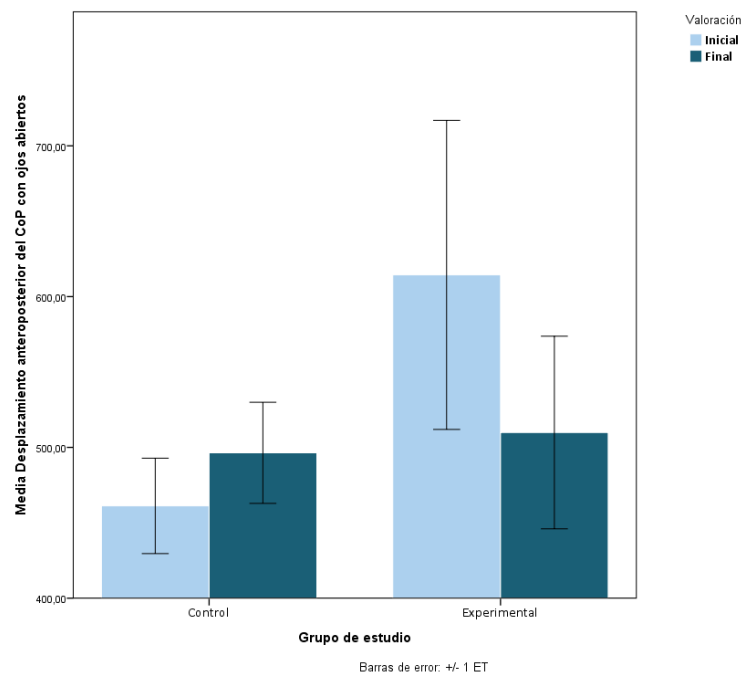


Figura 34. Desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

5.4.2 Variables de desviación típica del desplazamiento del centro de presiones (CoP) con ojos abiertos

5.4.2.1 Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos abiertos (DT_X_OA)

Si comparamos el grupo control y el experimental antes de la intervención observamos que no hay diferencias significativas ($p=0,67$), por lo que los grupos eran homogéneos al inicio del estudio.

La media de la desviación típica del desplazamiento en el grupo control fue de $5,26 \pm 2,60$ mm y de $6,10 \pm 3,60$ mm en la valoración inicial y final respectivamente, mientras que en el grupo experimental fue de $5,01 \pm 3,08$ mm y de $5,68 \pm 3,66$ mm. No se produjeron variaciones significativas en ninguno de los dos grupos ni al comparar la evolución de ambos grupos (tabla 25).

Tabla 25. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	5,26	2,60	0,17	0,84
	Final	43	6,10	3,60		
Grupo experimental	Inicial	52	5,01	3,08	0,22	
	Final	52	5,68	3,66		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

Como se puede observar en la tabla anterior y en la figura 35, tanto en el grupo control como en el grupo experimental se produjo un aumento en la diferencia de medias de esta variable, siendo este aumento menor en el grupo experimental.

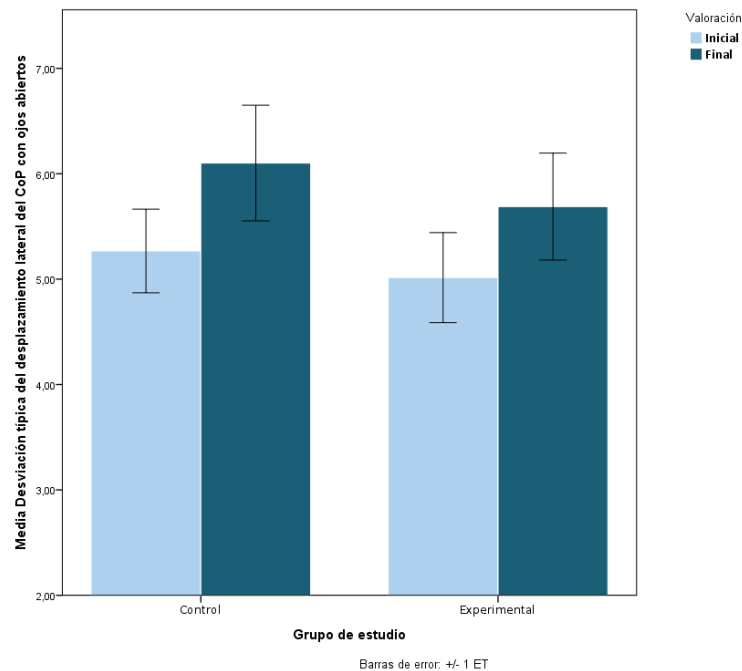


Figura 35. Desviación típica del desplazamiento del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.2.1.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Si seleccionamos a los sujetos con una edad igual o inferior a 80 años y se introduce el tiempo de usuario como covariable del estudio, observamos que siguen sin aparecer diferencias significativas entre los grupos de estudio antes de la intervención ($p=0,91$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Como se puede constatar en la tabla 26, en estas condiciones de estudio, en el grupo experimental se produce una reducción de la media de la desviación típica del desplazamiento ($p=0,34$) mientras que en el grupo control aumenta este valor ($p=0,07$), en ambos sin modificaciones estadísticamente significativas. Al comparar las diferencias en la evolución de los dos grupos de estudio encontramos significación estadística ($p<0,05$).

Tabla 26. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	5,50	3,19	0,07	0,05
	Final	18	7,15	4,72		
Grupo experimental	Inicial	17	5,39	3,86	0,34	
	Final	17	4,62	1,65		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

En la siguiente figura (figura 36) se puede observar la evolución del comportamiento de cada grupo de estudio.

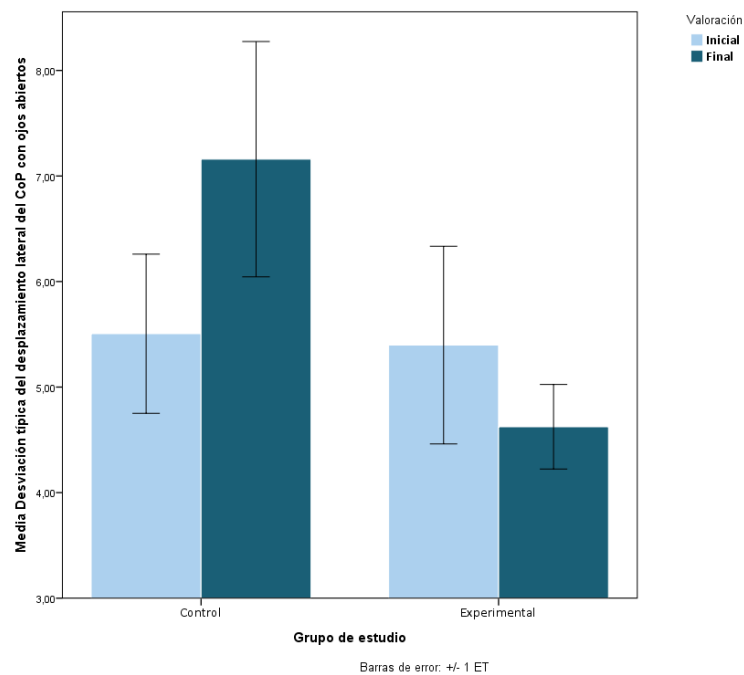


Figura 36. Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o inferior a 80 años.

5.4.2.2 *Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos abiertos (DT_Y_OA)*

Si se comparan el grupo control y el grupo experimental al inicio del estudio, se comprueba que no hay diferencias significativas entre ellos ($p=0,28$), por lo que los grupos eran homogéneos al inicio del mismo.

En cuanto a la media de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior, en el grupo control fue de $6,29 \pm 2,51$ mm en la valoración inicial y de $6,57 \pm 2,58$ mm en la valoración final, mientras que en el grupo experimental fue de $5,78 \pm 2,13$ mm y de $5,73 \pm 2,23$ mm respectivamente. No se produjeron variaciones significativas en la evolución de cada grupo ($p=0,47$ para el grupo control y $p=0,89$ para el grupo experimental) ni al comparar la evolución de ambos grupos ($p=0,53$) (tabla 27).

Tabla 27. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	6,29	2,51	0,47	0,53
	Final	43	6,57	2,58		
Grupo experimental	Inicial	52	5,78	2,13	0,89	
	Final	52	5,73	2,23		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

Tal y como se puede ver en la figura 37, la media de esta variable se mantiene en el grupo experimental mientras que en el grupo control aumenta.

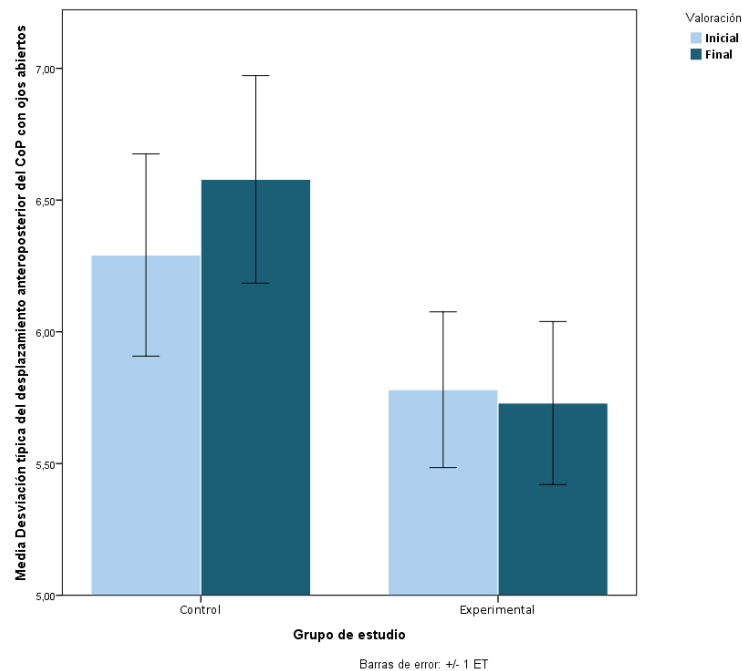


Figura 37. Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.2.2.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Al seleccionar la muestra con una edad igual o inferior a 80 años teniendo en cuenta el tiempo de usuario como covariable, siguen sin aparecer diferencias significativas entre los grupos de estudio al inicio del estudio ($p=0,39$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Al igual que sucede con la variable DT_Y_OA, en el grupo experimental hay una reducción de la media de la desviación típica del desplazamiento ($p=0,30$), mientras que en el grupo control aumenta el valor de esta variable ($p=0,73$). Al comparar las diferencias en la evolución de los dos grupos de estudio también aparecen diferencias significativas ($p=0,33$) (tabla 28).

Tabla 28. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	6,52	3,24	0,73	0,33
	Final	18	6,83	3,16		
Grupo experimental	Inicial	17	6,01	1,96	0,30	
	Final	17	5,22	1,31		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

En la siguiente figura (figura 38) se puede observar la evolución del comportamiento de cada grupo de estudio.

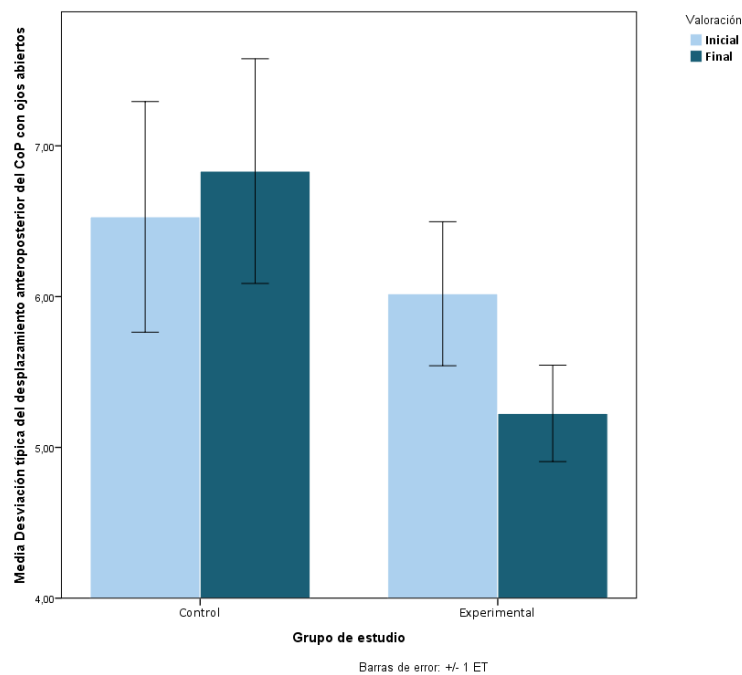


Figura 38. Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos abiertos en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

5.4.3 Variables de desplazamiento del centro de presiones (CoP) con ojos cerrados

5.4.3.1 Desplazamiento del CoP con los ojos cerrados (Long_OC)

Al comparar el grupo control y el experimental en la primera valoración se observa que no hay diferencias significativas ($p=0,46$), por lo que los grupos eran homogéneos al inicio del estudio.

La media de la longitud de desplazamiento en el grupo control fue de $891,10 \pm 519,25$ mm y de $889,49 \pm 446,66$ mm en la valoración inicial y final respectivamente, mientras que en el grupo experimental fue de $1026,23 \pm 1094,92$ mm y de $945,00 \pm 636,00$ mm. No se produjeron variaciones significativas en ninguno de los dos grupos ni al comparar la evolución de ambos grupos (tabla 29).

Tabla 29. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	891,10	519,25	0,98	0,49
	Final	43	889,49	446,66		
Grupo experimental	Inicial	52	1026,23	1094,92	0,30	
	Final	52	945,00	636,00		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

Como se puede observar en la tabla anterior y en la figura 39, en el grupo control se mantuvo la media de la longitud de desplazamiento ($p=0,98$) mientras que en el grupo experimental se redujo ($p=0,30$), en ambos casos sin diferencias significativas.

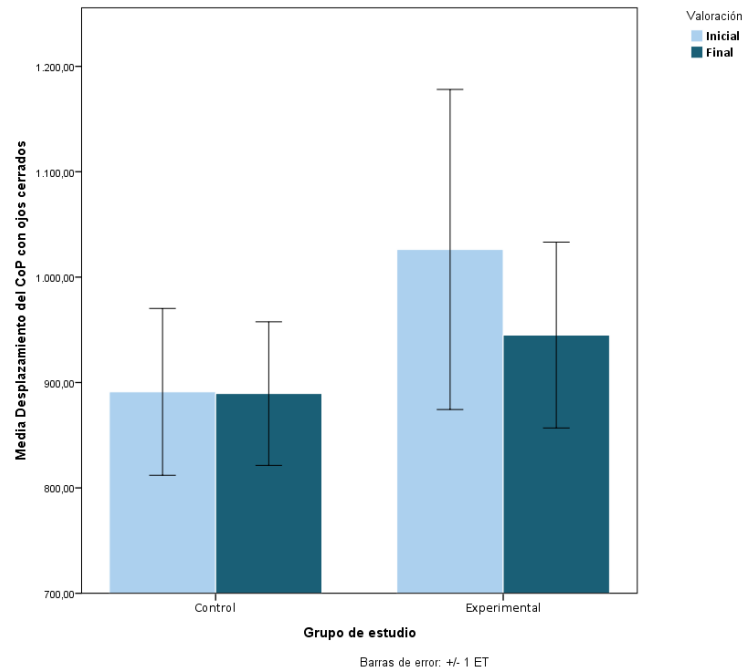


Figura 39. Desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.3.1.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Si seleccionamos a los sujetos con una edad igual o inferior a 80 años y se introduce el tiempo de usuario como covariable del estudio, sigue sin haber diferencias significativas entre los grupos de estudio antes del inicio del estudio ($p=0,10$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Con estas condiciones, se pueden apreciar que la media del desplazamiento en el grupo experimental disminuye apareciendo una tendencia a la diferencia ($p=0,12$), mientras que el valor de esta variable en el grupo control prácticamente no varía ($p=0,50$). Al comparar el comportamiento de los dos grupos no hay diferencias significativas entre los dos grupos aunque se observa una tendencia a la diferenciación ($p=0,12$) (tabla 30).

Tabla 30. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	717,32	416,98	0,50	0,12
	Final	18	774,71	263,83		
Grupo experimental	Inicial	17	1303,30	1816,68	0,12	
	Final	17	1071,31	842,64		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

En la siguiente figura (figura 40) se puede observar la evolución del comportamiento de cada grupo de estudio.

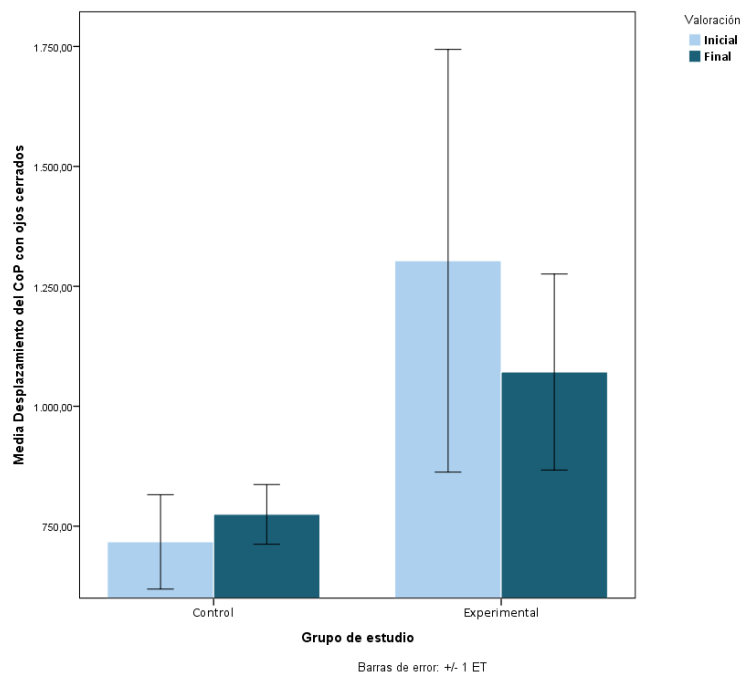


Figura 40. Desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

5.4.3.2 Desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados (Long_X_OC)

Si se compara el grupo control y el grupo experimental al inicio del estudio, se comprueba que no hay diferencias significativas entre ellos ($p=0,46$), por lo que los grupos eran homogéneos al inicio del mismo.

En cuanto a la media de la longitud de desplazamiento lateral, en el grupo control fue de $345,57 \pm 156,58$ mm en la valoración inicial y de $379,52 \pm 161,76$ mm en la valoración final, mientras que en el grupo experimental fue de $489,81 \pm 981,03$ mm y de $426,91 \pm 456,60$ mm respectivamente. No se produjeron variaciones significativas en la evolución de cada grupo ($p=0,61$ para el grupo control y $p=0,30$ para el grupo experimental) ni al comparar la evolución de ambos grupos ($p=0,28$) (tabla 31).

Tabla 31. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	345,57	156,58	0,61	0,28
	Final	43	379,52	161,76		
Grupo experimental	Inicial	52	489,81	981,03	0,30	
	Final	52	426,91	456,60		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo.

Tal y como se presentó en la variable Long_OC, la media de la longitud recorrida aumentó en el grupo control y se redujo en el grupo experimental, en ambos con diferencias no significativas estadísticamente. Esto se puede apreciar de forma más evidente en la figura 41.

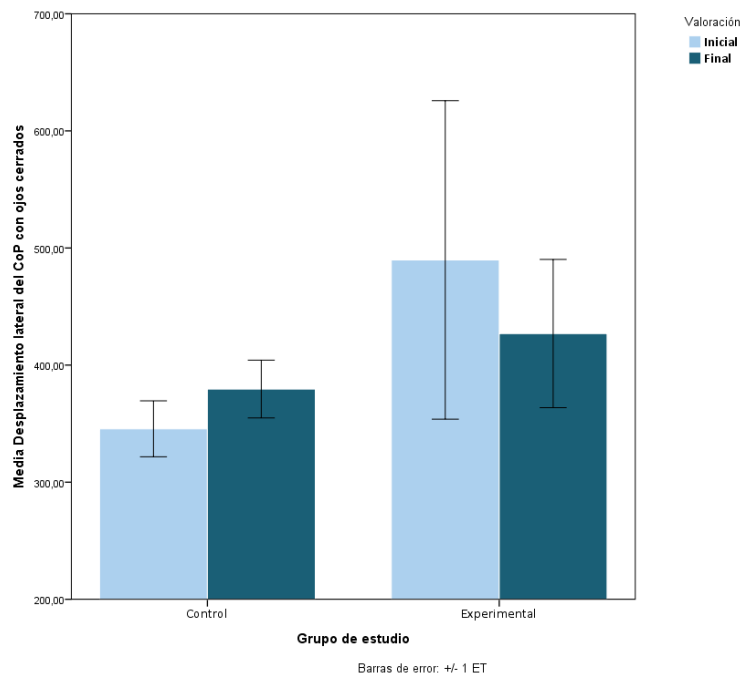


Figura 41. Desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.3.2.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Al seleccionar la muestra con una edad igual o inferior a 80 años tiene en cuenta el tiempo de usuario como covariable, siguen sin aparecer diferencias significativas entre los grupos de estudio al inicio del estudio ($p=0,11$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Esta variable se comporta de forma similar a la Long_OC, ya que en el grupo experimental hay una disminución de la media de la longitud del desplazamiento lateral con un nivel de significación que indica tendencia a un comportamiento diferente ($p=0,09$), mientras que en el grupo control aumenta el valor de esta variable ($p=0,46$). Al comparar las diferencias en la evolución de los dos grupos de estudio también aparece un valor $p=0,09$, próximo a la diferencia significativa (tabla 32).

Tabla 32. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	278,13	91,18	0,46	0,09
	Final	18	342,37	109,59		
Grupo experimental	Inicial	17	779,80	1701,70	0,09	
	Final	17	551,18	746,62		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

En la siguiente figura (figura 42) se puede observar la evolución del comportamiento de cada grupo de estudio.

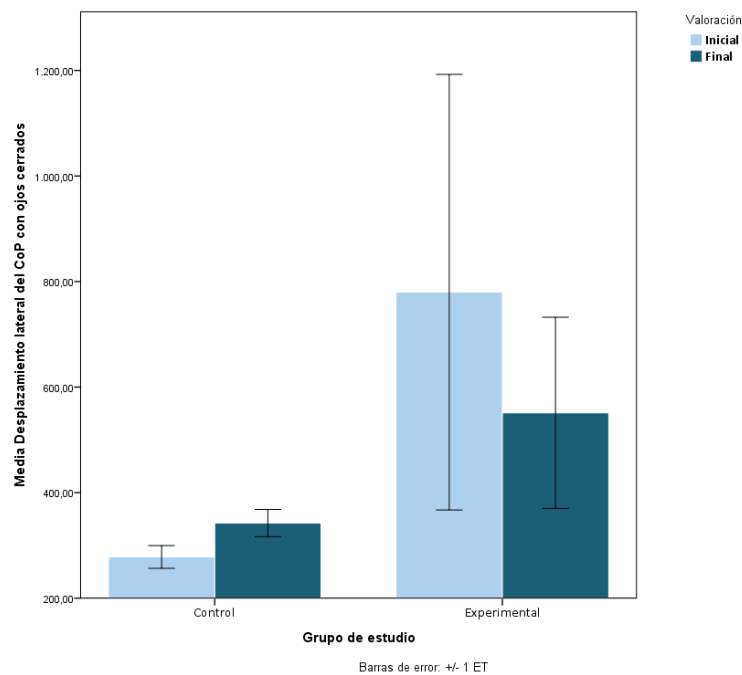


Figura 42. Desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

5.4.3.3 Desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados (Long_Y_OC)

Al comparar al inicio del estudio el grupo control y el grupo experimental no se encuentran diferencias significativas ($p=0,85$) entre los grupos, por lo que eran homogéneos al inicio del estudio.

Como se puede observar en la tabla 33, en el grupo control al inicio del estudio la media de la longitud de desplazamiento fue de $714,77 \pm 476,24$ mm y a la finalización del mismo fue de $684,01 \pm 400,59$ mm. En el grupo experimental fue de $731,97 \pm 457,59$ mm y de $713,05 \pm 429,54$ mm. No se observan variaciones significativas en ninguno de los dos grupos ($p=0,54$ en el grupo control y $p=0,68$ en el grupo experimental) ni al comparar la evolución de ambos grupos ($p=0,86$).

Tabla 33. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	714,77	476,24	0,54	0,86
	Final	43	684,01	400,59		
Grupo experimental	Inicial	52	731,97	457,59	0,68	
	Final	52	713,05	429,54		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo.

En este caso, la media del desplazamiento anteroposterior disminuye ligeramente en los dos grupos de estudios, siendo la diferencia de medias algo mayor en el grupo control (figura 43).

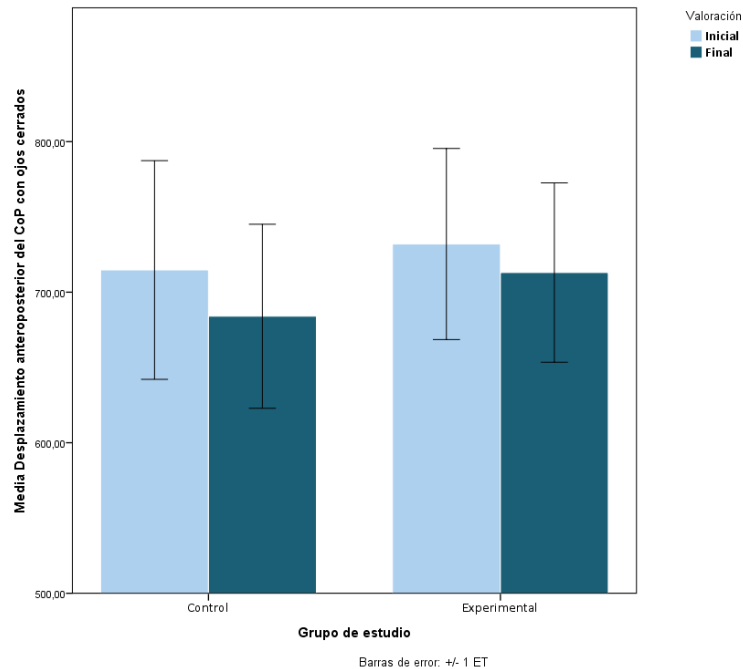


Figura 43. Desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.3.3.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Si seleccionamos a los sujetos con una edad igual o inferior a 80 años y se tiene en cuenta el tiempo de usuario como covariable, siguen sin presentarse diferencias significativas entre los grupos de estudio en la valoración inicial ($p=0,12$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Con estas premisas, como se puede observar en la tabla 34, en el grupo experimental hay una reducción de la media de la longitud del desplazamiento ($p=0,41$) mientras que en el grupo control prácticamente se mantiene constante ($p=0,67$), y al comparar las diferencias en la evolución de los dos grupos tampoco se aprecian resultados estadísticamente significativas ($p=0,39$).

Tabla 34. Comparación por grupo de estudio del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	567,44	394,80	0,67	0,39
	Final	18	575,45	220,88		
Grupo experimental	Inicial	17	787,72	556,55	0,41	
	Final	17	747,15	392,45		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

En la siguiente figura (figura 44) se puede observar la evolución del comportamiento de cada grupo de estudio.

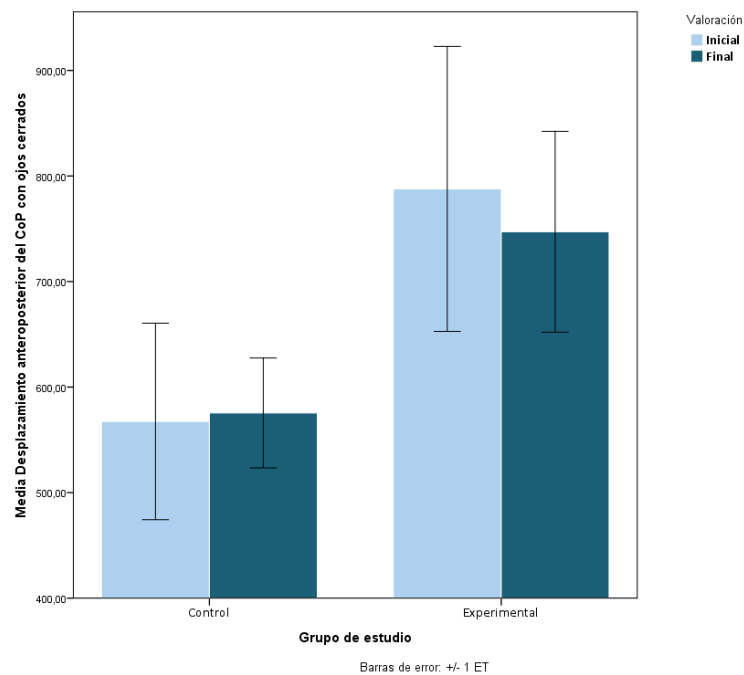


Figura 44. Desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

5.4.4 Variables de desviación típica del desplazamiento del centro de presiones (CoP) con ojos cerrados

5.4.4.1 Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP con los ojos cerrados (DT_X_OC)

Si comparamos el grupo control y el experimental antes de la intervención observamos que no hay diferencias significativas ($p=0,98$), por lo que los grupos eran homogéneos al inicio del estudio.

La media de la desviación típica del desplazamiento en el grupo control fue de $5,03 \pm 2,33$ mm y de $5,54 \pm 3,63$ mm en la valoración inicial y final respectivamente, mientras que en el grupo experimental fue de $5,02 \pm 2,77$ mm y de $4,68 \pm 2,41$ mm (tabla 35).

Tabla 35. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	5,03	2,33	0,27	0,18
	Final	43	5,57	3,63		
Grupo experimental	Inicial	52	5,02	2,77	0,41	
	Final	52	4,68	2,41		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

En el grupo control se produjo un aumento de la media de esta variable ($p=0,27$) mientras que en el grupo experimental se redujo ($p=0,41$), en ambos sin significación estadística. Al comparar la evolución de los dos grupos se aprecia que hay una tendencia a la significación estadística ($p=0,18$).

En la figura 45 se representan las medias de ambos grupos de estudio.

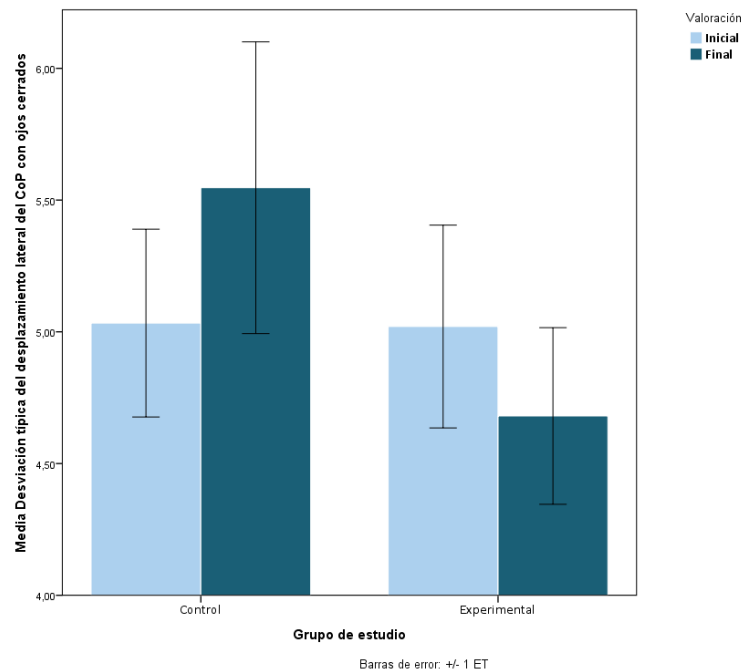


Figura 45. Desviación típica del desplazamiento del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.4.1.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Si seleccionamos a los sujetos con una edad igual o inferior a 80 años y se introduce el tiempo de usuario como covariable del estudio, observamos que siguen sin aparecer diferencias significativas entre los grupos de estudio antes de la intervención ($p=0,43$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Como se puede constatar en la tabla 36, en estas condiciones de estudio, en el grupo experimental se produce una reducción de la media de la desviación típica del desplazamiento ($p=0,45$) mientras que en el grupo control aumenta de forma significativa ($p<0,01$). Al comparar las diferencias en la evolución de los dos grupos de estudio encontramos diferencias estadística ($p<0,02$).

Tabla 36. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	4,77	2,04	0,01**	0,02*
	Final	18	6,46	5,03		
Grupo experimental	Inicial	17	5,08	2,70	0,45	
	Final	17	4,74	2,29		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

En la siguiente figura (figura 46) se puede observar la evolución del comportamiento de cada grupo de estudio.

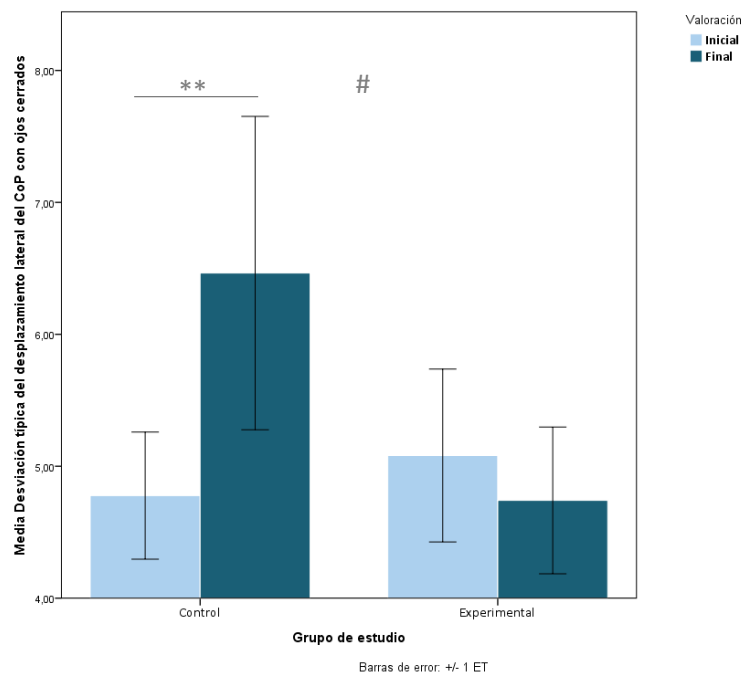


Figura 46. Desviación típica del desplazamiento lateral del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o inferior a 80 años.

** $p < 0,01$ diferencias significativas intragrupo con la covariable. # $p < 0,02$ diferencias significativas intergrupo con la covariable.

5.4.4.2 *Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP con los ojos cerrados (DT_Y_OC)*

Si se comparan el grupo control y el grupo experimental al inicio del estudio, se comprueba que no hay diferencias significativas entre ellos ($p=0,48$), por lo que los grupos eran homogéneos al inicio del mismo.

En cuanto a la media de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior, en el grupo control fue de $6,22 \pm 2,671$ mm en la valoración inicial y de $6,24 \pm 2,60$ mm en la valoración final, mientras que en el grupo experimental fue de $5,85 \pm 2,39$ mm y de $6,07 \pm 2,27$ mm respectivamente. No se produjeron variaciones significativas en la evolución de cada grupo ($p=0,96$ para el grupo control y $p=0,51$ para el grupo experimental) ni al comparar la evolución de ambos grupos ($p=0,68$) (tabla 37).

Tabla 37 Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	43	6,22	2,67	0,96	0,68
	Final	43	6,24	2,60		
Grupo experimental	Inicial	52	5,85	2,39	0,51	
	Final	52	6,07	2,27		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

Tal y como se puede ver en la figura 47, la media de esta variable se mantiene en el grupo experimental mientras que en el grupo control aumenta.

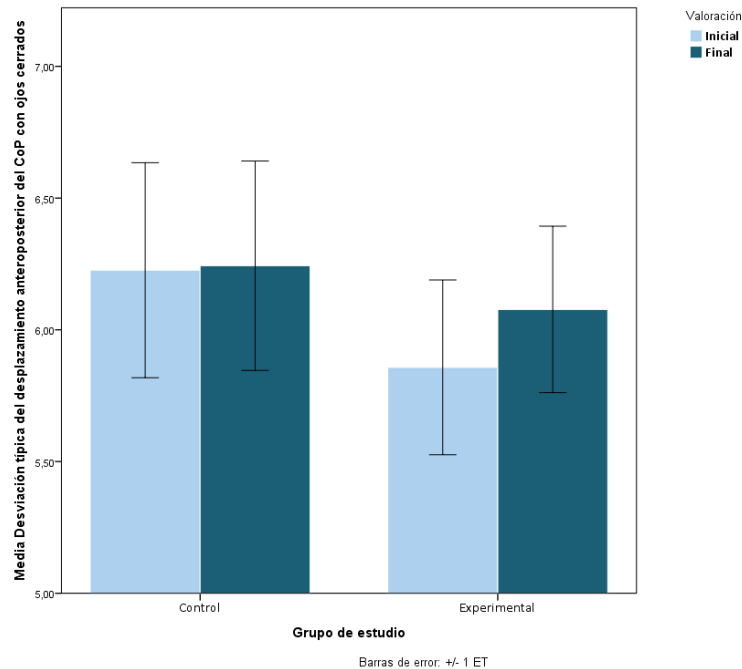


Figura 47. Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio.

5.4.4.2.1 Muestra igual o menor a 80 años y tiempo de usuario como covariable

Al seleccionar la muestra con una edad igual o inferior a 80 años teniendo en cuenta el tiempo de usuario como covariable, siguen sin aparecer diferencias significativas entre los grupos de estudio al inicio del estudio ($p=0,68$), por lo que se mantiene la homogeneidad entre ellos.

Como se puede ver en la tabla 38, tanto en el grupo control como en el experimental hay un aumento de la media de esta variable, algo mayor en el grupo experimental ($p=0,53$ en el grupo control y $p=0,48$ en el grupo experimental). No se encuentran diferencias significativas entre los dos grupos ($p=0,95$).

Tabla 38. Comparación por grupo de estudio de la desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	18	6,07	2,29	0,53	0,95
	Final	18	6,25	2,49		
Grupo experimental	Inicial	17	5,95	1,96	0,48	
	Final	17	6,36	1,31		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo con la covariable.

En la siguiente figura (figura 48) se puede observar el comportamiento de cada grupo de estudio.

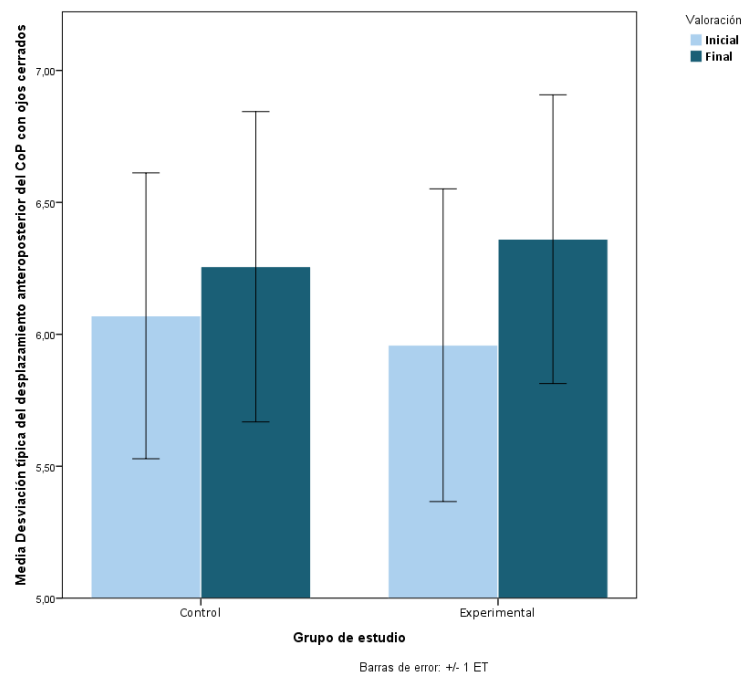


Figura 48. Desviación típica del desplazamiento anteroposterior del CoP (mm) con ojos cerrados en cada valoración y en cada grupo de estudio en una muestra con edad igual o menor a 80 años.

Los resultados obtenidos con las variables de velocidad (velocidad total, en el eje X y en el eje Y) con los ojos abiertos y cerrados son los mismos que los obtenidos con las variables de desplazamiento, por lo que se ha decidido no exponerlos.

5.5 RELACIÓN ENTRE LA VARIACIÓN EN LA POSICIÓN DE LA CABEZA Y EL EQUILIBRIO

Una vez expuestos los resultados sobre la repercusión que tienen los ejercicios de movilidad cervical en la distancia malar-esternal y en el equilibrio, procede determinar si las modificaciones obtenidas en el equilibrio son debidas a las variaciones en la distancia malar-esternal.

Como en las variables anteriores, se van a presentar los resultados obtenidos en el total de la muestra y en los sujetos menores de 80 años, tanto en posición de sedestación como en bipedestación.

5.5.1 Relación en el total de la muestra

Como se puede observar en la tabla 39, no hay relación entre las variaciones de las variables de equilibrio con las de la distancia malar-esternal, ni en el total de la muestra ni por grupos de estudio.

Tabla 39. Correlación entre la variación en valor absoluto de la DME en sedestación y bipedestación y la variación de las variables de equilibrio en el total de la muestra (TM) y por grupo de estudio.

		TM	CG	GE
		Var ABS DMEB	Var ABS DMEB	Var ABS DMEB
Variación valor ABS DMES	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	,341 ,001 95	,324 ,034 43	,345 ,012 52
Variación valor ABS DMEB	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	1* 95	1* 43	1* 52
Variación Long_OA	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	,034 ,747 95	,172 ,271 43	-,059 ,676 52
Variación Vel_OA	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	,034 ,747 95	,172 ,271 43	-,059 ,676 52
Variación Long_X_OA	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	-,011 ,915 95	,059 ,708 43	-,057 ,688 52

		TM	CG	GE
		Var ABS DMEB	Var ABS DMEB	Var ABS DMEB
Variación Long_Y_OA	Correl. Pearson	,072	,175	-,025
	Sig. (bilateral)	,487	,263	,858
	N	95	43	52
Variación Vel_X_OA	Correl. Pearson	-,011	,059	-,057
	Sig. (bilateral)	,915	,707	,689
	N	95	43	52
Variación Vel_Y_OA	Correl. Pearson	,072	,175	-,026
	Sig. (bilateral)	,487	,263	,857
	N	95	43	52
Variación DT_X_OA	Correl. Pearson	-,015	-,056	,006
	Sig. (bilateral)	,884	,720	,966
	N	95	43	52
Variación DT_Y_OA	Correl. Pearson	,075	,178	-,001
	Sig. (bilateral)	,468	,255	,994
	N	95	43	52
Variación Long_OC	Correl. Pearson	,002	,173	-,078
	Sig. (bilateral)	,986	,266	,585
	N	95	43	52
Variación Vel_OC	Correl. Pearson	,002	,173	-,077
	Sig. (bilateral)	,986	,266	,585
	N	95	43	52
Variación Long_X_OC	Correl. Pearson	-,056	,165	-,125
	Sig. (bilateral)	,587	,289	,379
	N	95	43	52
Variación Long_Y_OC	Correl. Pearson	,064	,136	,018
	Sig. (bilateral)	,540	,385	,898
	N	95	43	52
Variación Vel_X_OC	Correl. Pearson	-,057	,165	-,125
	Sig. (bilateral)	,586	,289	,379
	N	95	43	52
Variación Vel_Y_OC	Correl. Pearson	,064	,136	,018
	Sig. (bilateral)	,540	,385	,898
	N	95	43	52

		TM	CG	GE
		Var ABS DMEB	Var ABS DMEB	Var ABS DMEB
Variación DT_X_OC	Correl. Pearson	,121	,042	,158
	Sig. (bilateral)	,241	,789	,262
	N	95	43	52
Variación DT_Y_OC	Correl. Pearson	-,064	-,014	-,089
	Sig. (bilateral)	,536	,930	,531
	N	95	43	52

*La correlación es significativa al nivel 0,6 (Correlación de Pearson)

5.5.2 Relación en la muestra con edad inferior o igual a 80 años

En la tabla 40 vemos que los resultados son similares a los obtenidos con el total de la muestra, no encontrando relación entre las variaciones en valor absoluto de la distancia malar-esternal en bipedestación y las variaciones de las variables relacionadas con el equilibrio.

Tabla 40. Correlación entre la variación de la DME en sedestación y bipedestación y la variación de las variables de equilibrio en muestra con edad menor o igual a 80 años y por grupo de estudio.

		<=80 años	GC	GE
		Var ABS DMEB	Var ABS DMEB	Var ABS DMEB
Variación valor ABS DMES	Correl. Pearson	,477	,488	,356
	Sig. (bilateral)	,004	,040	,161
	N	35	18	17
Variación valor ABS DMEB	Correl. Pearson	1*	1*	1*
	Sig. (bilateral)			
	N	35	18	17
Variación Long_OA	Correl. Pearson	-,022	,110	-,260
	Sig. (bilateral)	,901	,664	,313
	N	35	18	17
Variación Vel_OA	Correl. Pearson	-,022	,110	-,260
	Sig. (bilateral)	,901	,664	,313
	N	35	18	17

		<=80 años	GC	GE
		Var ABS DMEB	Var ABS DMEB	Var ABS DMEB
Variación Long_X_OA	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	-,064 ,714 35	,036 ,888 18	-,296 ,248 17
Variación Long_Y_OA	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	,052 ,766 35	,168 ,505 18	-,167 ,522 17
Variación Vel_X_OA	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	-,064 ,714 35	,036 ,887 18	-,296 ,248 17
Variación Vel_Y_OA	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	,052 ,765 35	,168 ,506 18	-,167 ,522 17
Variación DT_X_OA	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	,027 ,878 35	-,042 ,869 18	-,049 ,851 17
Variación DT_Y_OA	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	,299 ,081 35	,293 ,238 18	,205 ,430 17
Variación Long_OC	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	-,135 ,440 35	,275 ,270 18	-,452 ,069 17
Variación Vel_OC	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	-,135 ,440 35	,275 ,270 18	-,452 ,069 17
Variación Long_X_OC	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	-,148 ,397 35	,261 ,296 18	-,419 ,094 17
Variación Long_Y_OC	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	-,082 ,642 35	,216 ,390 18	-,440 ,077 17
Variación Vel_X_OC	Correl. Pearson Sig. (bilateral) N	-,148 ,397 35	,260 ,297 18	-,419 ,094 17

		<=80 años	GC	GE
		Var ABS DMEB	Var ABS DMEB	Var ABS DMEB
Variación Vel_Y_OC	Correl. Pearson	-,082	,216	-,440
	Sig. (bilateral)	,641	,390	,077
	N	35	18	17
Variación DT_X_OC	Correl. Pearson	,129	,159	-,117
	Sig. (bilateral)	,461	,527	,653
	N	35	18	17
Variación DT_Y_OC	Correl. Pearson	,080	,237	-,072
	Sig. (bilateral)	,648	,344	,783
	N	35	18	17

*La correlación es significativa al nivel 0,6 (Correlación de Pearson)

5.6 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN EL DOLOR CERVICAL

5.6.1 Repercusión en el total de la muestra

Como se aprecia en la tabla 41, la puntuación media obtenida en la valoración inicial fue de $1,54 \pm 3,22$ en el grupo control y de $2,04 \pm 3,19$ en el grupo experimental ($p=0,50$).

Tabla 41. Comparación por grupo de estudio de la percepción de dolor cervical.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	33	1,54	3,22	0,22	0,57
	Final	33	2,03	3,35		
Grupo experimental	Inicial	43	2,04	3,19	0,59	
	Final	43	2,23	3,42		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

En la segunda valoración las puntuaciones fueron de $2,03 \pm 3,35$ y de $2,23 \pm 3,42$ en cada grupo respectivamente. Al comparar la evolución de los dos grupos se observa que no hay diferencias significativas ($p=0,57$).

En la figura 49 se puede observar como la percepción de dolor cervical aumenta más en el grupo control que en el experimental.

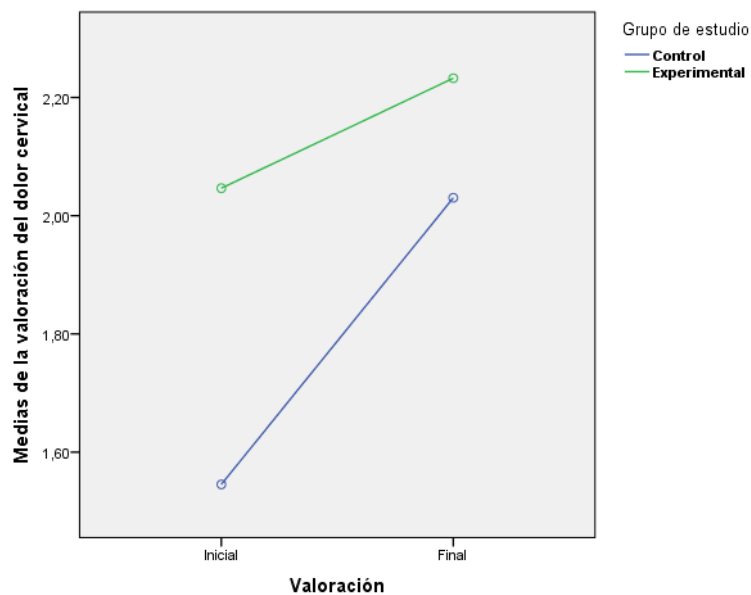


Figura 49. Evolución de la percepción del dolor cervical por grupo de estudio.

En los datos expuestos con anterioridad no se distingue entre sujetos con percepción de dolor (sintomáticos) y sin percepción de dolor (asintomáticos) en la primera valoración.

5.6.2 Repercusión en sujetos sintomáticos

Teniendo en cuenta sólo a los sujetos que refieren dolor cervical en la primera valoración, se obtiene que la percepción del dolor en el grupo control fue de $6,37 \pm 3,50$ en la primera valoración y de $6,00 \pm 3,50$ en la segunda ($p=0,71$), mientras que en el grupo experimental fue de $5,86 \pm 2,55$ y de $4,93 \pm 4,25$ respectivamente ($p=0,21$). Al comparar la evolución de la percepción de dolor

entre los dos grupos de estudio se ve que no hay diferencias significativas ($p=0,65$) (tabla 42).

Tabla 42. Comparación por grupo de estudio de la percepción de dolor cervical en los sujetos sintomáticos en la valoración inicial.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	8	6,37	3,50	0,71	0,65
	Final	8	6,00	3,50		
Grupo experimental	Inicial	15	5,86	2,55	0,21	
	Final	15	4,93	4,25		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

En la figura 50 se puede apreciar como el dolor disminuye de forma más evidente en el grupo experimental.

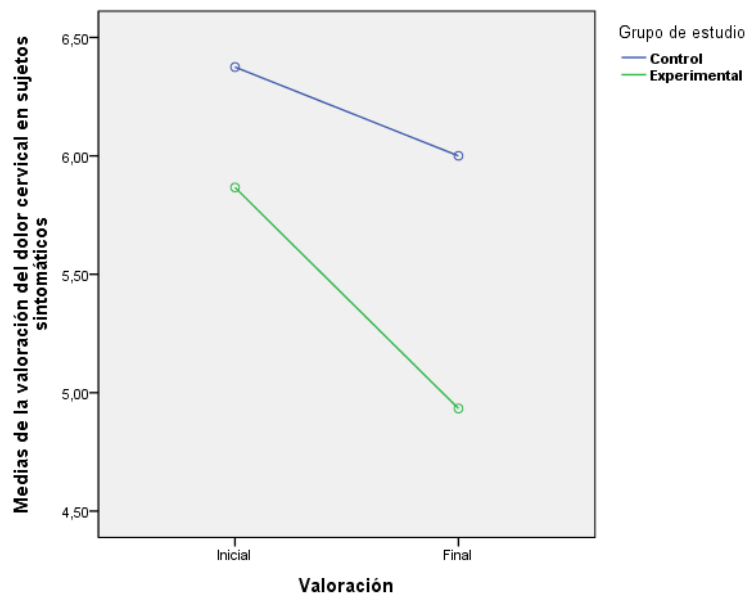


Figura 50. Evolución de la percepción del dolor cervical por grupo de estudio en sujetos sintomáticos.

5.6.2 Repercusión en sujetos asintomáticos

En sujetos asintomáticos (tabla 43) se observó un aumento significativo de la percepción del dolor cervical, con una puntuación media de $0,76 \pm 2,12$ ($p < 0,04$) en el grupo control y de $0,78 \pm 1,64$ ($p < 0,03$) en el grupo experimental con un nivel de significación entre ellos de $p = 0,96$. Al comparar los dos grupos se aprecia que la evolución es prácticamente la misma (figura 51).

Tabla 43. Comparación por grupo de estudio de la percepción de dolor cervical en los sujetos asintomáticos en la valoración inicial.

Grupo de estudio	Valoración	N	Media	S.D.	T	G x T
Grupo control	Inicial	25	0		0,04	0,96
	Final	25	0,76	2,55		
Grupo experimental	Inicial	28			0,03	
	Final	28	0,78	1,64		

S.D.: desviación estándar. T: nivel de significación (p) para la comparación intragrupo con la covariable. G x T: nivel de significación (p) para la comparación intergrupo.

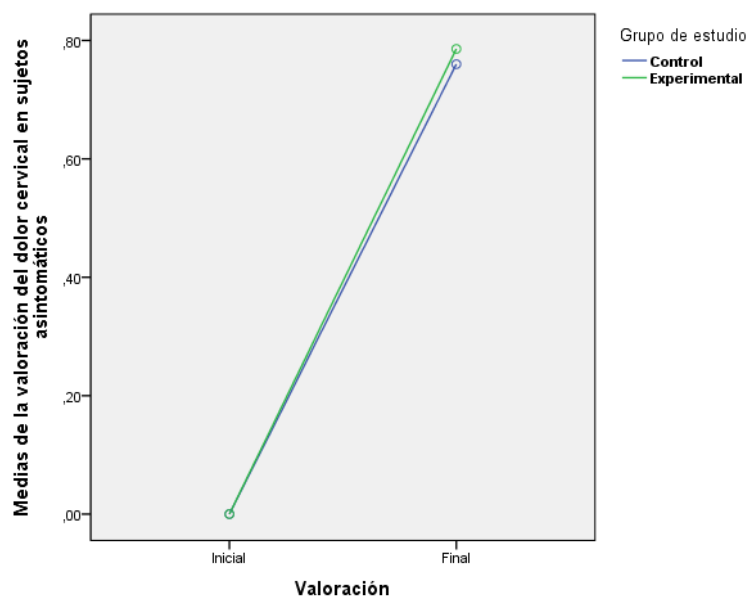


Figura 51. Evolución de la percepción del dolor cervical por grupo de estudio en sujetos asintomáticos.

VI - DISCUSIÓN

VI - DISCUSIÓN

6.1 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN LA POSICIÓN DE LA CABEZA Y EN EL DOLOR CERVICAL

Al comprobar la variación en la posición de la cabeza midiendo la distancia malar-esternal se observa que tanto en posición de sedestación como en bipedestación la variación es mínima. Pero esto no indica cuál ha sido la modificación real en la posición de la cabeza ya que los desplazamientos de la cabeza en direcciones opuestas contrarrestan los valores y, por tanto, no nos indica si los ejercicios aplicados modifican o no la posición de la cabeza.

Cuando se anula la dirección del desplazamiento para comprobar si efectivamente hay cambios en la posición de la cabeza se obtiene que en los dos grupos de estudio se produce un desplazamiento de la cabeza con significación estadística dentro de cada grupo, pero no entre los dos grupos, lo que nos sugiere que los ejercicios no son determinantes en esta variación y hay otros factores que influyen, de hecho hay más variación en el grupo control que en el grupo experimental tanto en sedestación como en bipedestación.

Por otro lado también hemos obtenido que no existe un predominio en el sentido del desplazamiento de la cabeza en ninguno de los dos grupos de estudio en el plano sagital, lo que orienta a que la realización de los ejercicios no favorece o no influye en el sentido del desplazamiento de la cabeza en el ese plano.

Un hallazgo interesante es que aquellos sujetos que tienen la cabeza más retrasada la adelantan y los que la tienen más adelantada la retrasan, por lo que se podría sugerir que la dirección del desplazamiento de la cabeza está determinada por la posición de la misma antes de la realización de los ejercicios. El inconveniente de cara a la efectividad de la intervención planteada es que esto sucede tanto en el grupo control como en el grupo experimental, lo que refuerza la idea de que los ejercicios propuestos por sí solos no repercuten en la modificación de la posición de la cabeza y que hay otros factores que intervienen en los dos grupos de estudios y que repercuten en la modificación de la posición de la cabeza.

Al observar cuantitativamente el desplazamiento la cabeza y teniendo en cuenta la posición inicial de la misma encontramos que en aquellos sujetos que adelantan la cabeza, el GE tiene una posición inicial de la cabeza más retrasada que el grupo control y sin embargo la adelanta menos, existiendo una tendencia a la significación estadística en este último valor. En los sujetos que retroceden la cabeza, el GE tiene la cabeza más retrasada que el GC y la distancia que retroceden los dos grupos es la misma. Esto podría indicar que tanto el ejercicio de flexión de cabeza como el de traslación posterior de cabeza puedan ser efectivos y tengan cierto predominio sobre el resto de ejercicios ya que parece que reducen la tendencia hacia la posición de cabeza adelantada

El comportamiento de la variación de la posición de la cabeza en el plano sagital en la población de estudio es similar en posición de sedestación y bipedestación.

Para Panjavi (1992), el sistema de estabilización de la columna vertebral está compuesto por tres subsistemas. El subsistema pasivo constituido por las vértebras, los discos y los ligamentos. Todos los músculos y tendones que rodean la columna vertebral, que pueden aplicar fuerzas sobre ella, constituyen el subsistema activo. Los nervios y el sistema nervioso central comprenden el subsistema neural, que determina los requisitos para la estabilidad espinal mediante el control de las diversas señales aferentes y dirige al subsistema activo para proporcionar la estabilidad necesaria. La finalidad de nuestra intervención fue actuar sobre los sistemas activos y pasivos mediante las movilizaciones activas de cabeza y cuello, no sobre el subsistema neural. Para Harman *et al.* (2005) la postura está bajo el control consciente. Según esta idea, para modificar la posición de la cabeza es necesario hacer una intervención dirigida hacia el control y concienciación postural, aspecto que nosotros no hemos abordado en nuestro estudio.

Son varios los autores que muestran como unos ejercicios activos de estiramiento y fortalecimiento de la musculatura anterior y posterior del cuello y parte superior del tronco tienen efecto en la posición de la cabeza en el plano sagital.

Ruivo *et al.* (2017) comprueban como un programa de ejercicios de tonificación de la musculatura posterior de la zona superior de la espalda y anterior de cuello y de estiramiento de la musculatura antagonista, dirigido por el

profesor de educación física, integrado en las clases de educación física y realizado dos veces por semana durante un período de 16 semanas fue efectivo en corrección hacia posterior en la posición de la cabeza, aumentando el ángulo cráneo-cervical, y de los hombros, reduciendo también la percepción de dolor de cuello. Según parece, es uno de los primeros estudios, junto el realizado por este mismo autor en 2016, que examina el resultado de un programa físico para corrección postural con una muestra grande (130 sujetos) en una escuela a largo plazo. El hecho de que el programa se realizara en la escuela pudo favorecer la realización sistemática de los ejercicios y del mismo modo pudo influir en el reducido número de casos de abandono. Además es un lugar privilegiado para modificar los hábitos de vida y un lugar donde los niños y adolescentes pasan mucho de su tiempo (Janssen y Leblanc, 2010). Esta circunstancia se puede trasladar a los centros geriátricos. De esta forma nos hemos asegurado la correcta realización de los ejercicios y el cumplimiento de los mismos con la frecuencia deseada.

Resultados similares en la corrección de la posición de cabeza adelantada, de hombros adelantados y en el dolor se obtienen en un estudio con 28 nadadores de élite (Lynch *et al.*, 2010) tras un trabajo de fortalecimiento de estabilizadores de escápula y trapecio y de estiramiento de la musculatura anterior de tronco superior, que mejoran la función del flexor profundo del cuello, y posterior de cuello realizados 2 veces por semana durante 8 semanas, lo que indica la eficacia de los tratamientos con este enfoque.

Los trabajos citados orientan a que se puede lograr la corrección de cabeza adelantada y de hombros adelantados y la disminución del dolor cervical restaurando el equilibrio entre los grupos musculares opuestos y estirando aquellos que restringen la capacidad de movimiento (Diab y Moustafa, 2012; Lee *et al.*, 2013; Lynch *et al.*, 2010), aspecto que abordan, aunque no de forma tan específica, los ejercicios propuestos en este trabajo ya que concretamente los ejercicios que se realizan en el plano sagital no se centran en la corrección de una posición de la cabeza en concreto ni se han pautado como ejercicios de fortalecimiento ni de estiramiento. En la mayoría de los estudios consultados mantienen el estiramiento entre 10 y 30 segundos y la contracción entre 5 y 10 segundos, mientras que en nuestro estudio ambos se mantienen 3 segundos. Esta

diferencia de tiempos junto con la edad de los pacientes podría influir en la eficacia de los ejercicios.

El estiramiento y fortalecimiento de los músculos son necesarios para lograr una longitud y fuerza adecuada para optimizar el rendimiento muscular (Nezamuddin, Khan, Hameed, Anwer, y Equebal, 2013). Los ejercicios que hemos planteado facilitan el estiramiento y el fortalecimiento activo, éste en menor medida, de la mayoría de la musculatura que participa en los movimientos de cabeza y cuello. Como se ha indicado anteriormente, no es un trabajo específico ni selectivo, lo que puede disminuir el efecto esperado en este sentido.

Todos estos estudios tienen en común que la muestra está compuesta por sujetos jóvenes, al contrario que los participantes de nuestro trabajo. Éste podría ser otro aspecto que podría justificar la discrepancia en los resultados obtenidos entre estos trabajos y el nuestro, ya que las personas mayores pueden presentar situaciones articulares y musculares propias de la edad (Ji, Han y Won, 2015; Pearson y Walmsley, 1995) que condicionen la adaptación a las modificaciones que puedan producir los ejercicios y, por tanto, repercutir negativamente en la modificación de la postura (Sibley *et al.*, 2011). Esto puede sugerir (Harman *et al.*, 2005) que en población de edad avanzada podría mejorar la eficacia de los ejercicios si se prolonga el periodo de aplicación de los mismos.

Otra forma de realizar estiramientos y fortalecimiento muscular es mediante el método Pilates, que está teniendo gran aceptación social desde hace unos años. En su estudio, Lee *et al.* (2016) compara la efectividad de este método con los ejercicios de estiramiento convencionales en la corrección de posición adelantada de cabeza en sujetos entre 23 y 39 años, aplicados 3 veces a la semana durante 10 semanas. Los ejercicios están orientados al estiramiento de los músculos pectorales y extensores del cuello y al fortalecimiento de los retractores de los hombros, flexores profundos del cuello, músculos de la espalda y los músculos abdominales, insistiendo en una técnica correcta de respiración y ejercicios de coactivación para estabilizar la zona. El resultado fue que mejoró de forma significativa la postura de la cabeza y la sensación dolorosa, más que los ejercicios convencionales, que también resultaron ser efectivos. El mejor resultado de los ejercicios de Pilates con respecto a los convencionales es debido a la repercusión neurológica en el control postural que se realiza con estos ejercicios, aspecto en el que hacen hincapié autores como Panjavi (1992) y Harman *et al.*

(2005). Resultados similares obtienen Kuo, Tully y Galea (2009) con un programa de Pilates de 10 semanas en individuos mayores de 60 años sanos para reducir la actitud cifótica. La postura de cabeza adelantada en posición de bipedestación está relacionada con una falta de control de los músculos abdominales, lo que agrava la cifosis torácica, y dificulta mantener la cabeza suficientemente alta para mantener el nivel de la vista normal (Emery, De Serres, McMillan y Côte, 2010). Según esto, una mejora en la cifosis torácica está íntimamente relacionada con una mejora en la posición de cabeza adelantada, lo que justifica la efectividad de cualquier entrenamiento de Pilates que ayude a la realineación de la columna. En nuestro trabajo se eliminaron a los sujetos que estuvieran diagnosticados de cifosis estructurada pero no a los que tuvieran actitud cifótica y no se incluyeron ejercicios específicos que la modificaran. Puede que dentro de la gerontogimnasia realizaran ejercicios que de alguna forma tuvieran cierta repercusión en la actitud cifótica e influyeran en la posición de la cabeza. Estos dos estudios ponen de manifiesto que la posición de la cabeza está influenciada por la estabilidad y posición del tronco. En nuestro estudio no se ha tenido en cuenta este factor y además desconocemos la influencia que puedan tener los ejercicios que realizan en la gerontogimnasia sobre el tronco y su repercusión en la posición de la cabeza.

Un estudio en el que cambian las condiciones de edad y lugar de realización del ejercicio y control es el de Harman *et al.* (2005). En este estudio se realizaron ejercicios de estiramiento de extensores cervicales y pectorales y fortalecimiento de flexores cervicales profundos en sujetos de 20 a 50 años en su domicilio durante 10 semanas y 4 veces por semana. Como se comenta, son ejercicios similares a los expuestos, orientados a la corrección de la posición de cabeza adelantada. Se obtienen resultados interesantes ya que no hay diferencias significativas entre los grupos de estudio aunque sí las hay en el grupo experimental. Estos resultados pueden ser debidos a que los ejercicios se realizan en casa o al aumento de la edad de los participantes con respecto a otros trabajos y detectaron que al inicio se ejecutaban de forma incorrecta. El autor también lo justifica con el hecho de que se informó de que el propósito del trabajo era estudiar la postura de cabeza adelantada y se controló la evolución a los dos grupos. Además, el sistema de medición utilizado informaba a los participantes de los resultados. Todos estos factores pudieron influir en la concienciación postural de todos los participantes, incluidos los del grupo control. De todos los

aspectos comentados, en nuestro estudio se presentó el primero, pero dudamos de su influencia en los resultados del estudio ya que no se especificó lo que era objeto de valoración y los ejercicios se realizaban en todas las direcciones. No podemos asegurar que no hubiera intercambio de información entre componentes de los dos grupos, pero sí se dejó claro que los componentes del GC no podían realizar los ejercicios.

Hay estudios que reflejan la importancia del músculo flexor profundo del cuello en la posición de cabeza adelantada y hasta ahora se han expuesto trabajos que trabajan grupos musculares anteriores y posteriores. Para Conley, Meyer, Bloomberg, Feedback, y Dudley (1995) este músculo mantiene la lordosis cervical y tienen una función importante en los movimientos cervicales. Una de las causas de posición de cabeza adelantada es la debilidad del músculo flexor profundo del cuello. Hay estudios que demuestran que realizando un trabajo de entrenamiento específico de resistencia aplicado sobre el este músculo 3 veces por semana durante 6 semanas puede mejorar la posición de cabeza adelantada y la movilidad (Kang, 2015). Un dato interesante que aporta este trabajo es que la estimulación con biofeedback es más efectiva que el trabajo de resistencia. Lee *et al.* (2013) refiere que la debilidad de este músculo produce una reducción en la capacidad de ajuste de los músculos escaleno anterior y esternocleidomastoideo, lo que se traduce en un mayor movimiento de la cabeza junto con una extensión de las cervicales superiores, que provoca un acortamiento de los músculos posteriores del cuello. Todo esto disminuye la estabilidad cervical. Esto redundaría en la importancia del trabajo de fortalecimiento de la musculatura flexora profunda del cuello de forma específica para mejorar la posición de la cabeza adelantada y del cuello y favorecer o mantener su estabilidad. En un estudio que realizó en 30 sujetos de 17 años obtiene que unos ejercicios de fortalecimiento de los flexores profundos de cuello son más efectivos que el estiramiento de la musculatura posterior en la corrección de la posición de cabeza y hombros adelantados, realizados 5 veces por semana durante 2 meses. En nuestro estudio predominan los ejercicios de estiramiento de la musculatura posterior de cabeza y cuello sobre los de fortalecimiento de la musculatura flexora profunda del cuello. Sin embargo los sujetos del grupo experimental adelantan menos la cabeza que los del grupo control, tanto en posición de sedestación como en bipedestación, teniéndola más retrasada lo que podría indicar que los ejercicios de flexión y de traslación

posterior de cabeza y cuello podrían ser eficaces en evitar la tendencia a una posición de cabeza adelantada, ya que con estos ejercicios se estira la musculatura posterior y se potencia la anterior del cuello, aunque de forma más específica con los ejercicios de traslación, y que su acción predominaría sobre la del resto de ejercicios. También podría influir que al ser el movimiento de traslación posterior de la cabeza con doble mentón el último en realizarse su efecto predominaría sobre el resto y que los sujetos podrían ser más conscientes de esta posición de cabeza y cuello (Pearson y Walmsley, 1995), que se mantendría en el tiempo.

Se ha encontrado relación entre la debilidad del músculo flexor profundo y el dolor crónico de cuello (Heo, 2005), resaltando que es importante mejorar la resistencia de este músculo para reducir el dolor. De hecho, los artículos expuestos en los que se ha evaluado el dolor refieren que este mejora con la corrección de la posición de la cabeza. En nuestro estudio hemos encontrado que los ejercicios aplicados no repercuten en el dolor de forma significativa ($p=0,57$). Tampoco hay variaciones significativas intergrupos en la percepción del dolor si clasificamos a los sujetos en sintomáticos ($p=0,65$) o asintomáticos ($p=0,96$). El comportamiento de la sensación de dolor es el mismo en cada una de las tres situaciones comentadas en los dos grupos de estudio: aumenta en el total de la muestra y en los asintomáticos y disminuye en los sintomáticos, por lo que las ligeras modificaciones en la percepción del dolor no parecen estar relacionadas con los ejercicios. Esto se puede relacionar con dos hechos. Uno es que los ejercicios no modifican la posición de la cabeza de forma significativa. El otro es que la bibliografía refiere como ejercicio beneficioso para el dolor el ejercicio de retracción cervical y de fortalecimiento del músculo flexor del cuello y en el presente estudio se han incluido ejercicios en todas las direcciones del espacio, que pueden interferir en el efecto beneficioso del primero. La edad de los sujetos de nuestro estudio también puede ser un factor a tener en cuenta debido a los procesos articulares propios de la edad.

Un aspecto importante del estudio de Ruivo *et al.* (2016), y que nosotros no hemos realizado en el nuestro, es que pone de manifiesto que los efectos de los ejercicios se mantienen 16 semanas tras su cese. Este estudio es idéntico al realizado por este autor en 2017 pero con una duración de 32 semanas. Este autor expone que otro estudio realizado por Pawlowsky en 19 mujeres con edades entre 60 y 81 años durante 12 semanas se mantienen los efectos sobre la corrección de la

cifosis. En contraposición se encuentran estudios que refieren que en niñas los efectos de los ejercicios de corrección de hiperlordosis realizados durante 8 meses no se mantienen tras 4 meses de no realizarlos (Golsefidi, Aliazdeh y Kordi, 2013). Este efecto del desentrenamiento se puede justificar por una disminución de la actividad neuronal (Ingle, Sleaf y Tolfrey, 2006). Hang (2015) aporta que el entrenamiento específico del flexor profundo del cuello se mantiene hasta cuatro semanas después de dejar de realizarlo. Los centros que han participado en nuestro estudio, aunque no incluían todos los ejercicios de movilidad cervical de nuestro trabajo (ninguna el de movimiento de traslación de la cabeza), sí incluían ejercicios de movilidad cervical. El GC dejó de hacer esos ejercicios al iniciar el estudio, pero no podemos saber si los ejercicios que realizaban tenían repercusión en la posición de la cabeza ni el mantenimiento de ese efecto.

También se ha encontrado evidencia de que este tipo de ejercicios puede ser beneficioso, no solo en alteraciones posturales, sino también en patologías.

Diab y Moustafa (2012), realizan el estudio en 96 personas entre 40-50 años durante 6 meses con radiculopatía espondilítica, obteniendo una corrección en la posición adelantada y disminución del dolor.

En patologías relacionadas con alteración del tono muscular, como la distonía cervical, encontramos estudios como el de Pauw *et al.* (2014), en el que exponen que el tratamiento de fisioterapia para distonía cervical, entre los que se encuentran ejercicios de estiramiento muscular, ejercicios activos para mejorar la fuerza muscular de los músculos antagonistas a los distónicos, técnicas de movilización, todos aplicados a nivel cervical, combinados con toxina botulínica mejora el movimiento cervical, corrige la posición de la cabeza alterada por la distonía y reducen la sensación de dolor. Boyce *et al.* (2012), realizaron un estudio con ejercicios activos de cuello en sujetos con distonía cervical. Los ejercicios pretendían corregir la posición de la cabeza relajando los músculos más activos por la distonía y activando los grupos musculares que se oponen a la distonía. Los ejercicios lo supervisaba un fisioterapeuta y se realizaban durante 30 minutos, cuatro veces por semana durante 12 semanas realizando un total de 48 sesiones. El estudio reportó una tendencia a la mejora de los movimientos de flexión, extensión, flexión lateral y rotación. En la posición de cabeza adelantada hay un aumento del tono de la musculatura posterior, por lo que a priori se podría considerar que su aplicación podría ser efectiva en las variaciones posturales de la

posición de la cabeza que cursen con aumento del tono muscular, situación que se puede presentar con relativa frecuencia y que ha podido suceder en el desarrollo de los ejercicios.

En la mayoría de los estudios expuestos en los que los ejercicios aplicados modifican la posición de la cabeza hay cuestiones diferenciales con nuestro trabajo. Una es que la población de los estudios tiene posición de cabeza adelantada mientras que en nuestro estudio no ha habido selección en este sentido. Los ejercicios que se aplican son de fortalecimiento y estiramientos específicos para la corrección de la posición de la cabeza en el plano sagital que incluyen también a musculatura implicada en el miembro superior y escápula para corregir la posición de hombros adelantados, mientras que en nuestro estudio esto no se produce y los ejercicios se realizan en todas las direcciones de cabeza y cuello. Además, el fortalecimiento del músculo flexor profundo se hace contra resistencia, en la mayoría de los casos de la propia cabeza en contra de la gravedad o con la utilización de bandas elásticas. En nuestro caso la resistencia que se aplica es la de la musculatura antagonista, que puede que sea insuficiente. En el caso de los estiramientos, en la mayoría de los estudios se mantienen más de 3 segundos, que es el tiempo que se mantiene la posición en nuestro estudio, al igual que los ejercicios de fortalecimiento.

En nuestro estudio hemos encontrado que en los sujetos de los dos grupos de estudio que tienen la cabeza más retrasada se adelanta. El ejercicio de este trabajo que más similitud presenta con el de los estudios encontrados es el de traslación posterior de cabeza y cuello y el de flexión de cuello, quizás por este motivo en el grupo experimental se adelanta menos la cabeza que en el grupo control.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la edad media de la muestra en nuestro estudio es de 82 años, muy superior en nuestro estudio al del resto. A esta edad es fácil encontrar algún tipo de proceso propio de la edad que reduzca la eficacia de los ejercicios y hay menos capacidad de adaptación a las posibles modificaciones. En cuanto al número de sesiones de los estudios, son similares a las realizadas en nuestro estudio.

Por último, introducir el trabajo de la concienciación postural puede ser interesante en personas con la edad de las incluidas en nuestro estudio para obtener un efecto positivo en la corrección de la posición de la cabeza.

6.2 REPERCUSIÓN DE LOS EJERCICIOS EN EQUILIBRIO

En lo referente a la repercusión de los ejercicios realizados en el control del equilibrio en la totalidad de los sujetos que participaron en el estudio, no se ha encontrado una mejora en este sentido ya que no hay diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas al comparar los dos grupos de estudio.

Al analizar de forma más detallada los resultados obtenidos de la valoración del equilibrio, podemos apreciar que en el GC aumenta la distancia total recorrida con los ojos abiertos (Long_OA) del CoP, la distancia recorrida en sentido anteroposterior y lateral con los ojos abiertos (Long_X_OA, Long_Y_OA) y cerrados (Long_X_OC, Long_Y_OC), la desviación típica en los desplazamientos laterales con los ojos abiertos y cerrados (DT_X_OA, DT_X_OC) y la desviación típica en los desplazamientos anteroposteriores con los ojos abiertos (DT_Y_OA); se reduce la distancia recorrida en sentido anteroposterior con los ojos cerrados (Long_Y_OC) y prácticamente no se modifican la distancia total recorrida con los ojos cerrados (Long_OC) y la desviación típica en los desplazamientos anteroposteriores con los ojos cerrados (DT_Y_OC). Recordemos que la velocidad se comporta de la misma forma que la distancia recorrida. Estos datos nos orientan a que en el grupo control se reduce ligeramente el control del equilibrio, teniendo menos repercusión con los ojos cerrados sobre todo en sentido anteroposterior. En el GE obtenemos una tendencia diferente: hay una reducción en todos los valores relacionados con la distancia recorrida por el CoP y en la DT_X_OC y DT_Y_OA y un aumento de la DT_X_OA y de DT_Y_OC; la DT_Y_OA prácticamente no se modifica. Aunque la Long_Y_OC se reduce en los dos grupos, la disminución es mayor en el GC. Lo mismo sucede, pero en sentido contrario, con la DT_X_OA, es decir, aumenta en los dos grupos pero menos en el GE.

Es importante resaltar que en ninguna de las variables hay modificaciones estadísticamente significativas ni intragrupo ni intergrupo, por lo que teniendo en cuenta los datos obtenidos de todas las variables en conjunto no encontramos una mejora en el equilibrio. Teniendo en cuenta sólo los datos del GE podríamos atisbar una ligera tendencia (no estadística aunque sí en valores) a la mejoría en el control del equilibrio.

En el estudio de Batista *et al.* (2014) se pone de manifiesto que el tiempo de institucionalización influye negativamente en la capacidad de control de equilibrio. En nuestro estudio obtuvimos diferencias significativas en el tiempo de institucionalización ($p < 0,01$) por lo que se estimó oportuno neutralizar esta variable, obteniendo en todas las variables significaciones estadísticas ligeramente inferiores al comparar los dos grupos de estudio, menos en Long_Y_OC y DT_Y_OC que aumentan 0,03 y 0,02 respectivamente. Ya que estas variaciones han sido escasas se ha considerado no reflejar los resultados de este análisis.

Debido a la edad media tan elevada de nuestra población de estudio ($81,86 \pm 8,28$) consideramos hacer el análisis estadístico sólo con aquellos sujetos que tuvieran una edad igual o inferior a 80 años manteniendo la neutralización del tiempo de institucionalización, obteniendo una muestra de 35 sujetos (18 en GC y 17 en GE). En esta situación, al comparar los dos grupos, hay una mejora ostensible en el nivel de significación estadístico con respecto a las obtenidas con toda la muestra en todas las variables excepto en DT_Y_OC que aumenta, y aparecen diferencias significativas entre los dos grupos de estudio en Lon_OA ($p < 0,05$), Lon_X_OA ($p < 0,03$), DT_X_OA ($p < 0,05$) y DT_X_OC ($p < 0,02$). En las variables de Long_OC ($p = 0,12$), Long_X_OC ($p = 0,08$) y Long_Y_OA ($p = 0,07$) se aprecia que hay una tendencia a la influencia de los ejercicios en el control del equilibrio.

Por otro lado, teniendo en cuenta únicamente el GE, si comparamos los resultados obtenidos sin restricciones de edad con los de edad igual o inferior a 80 años y neutralizando el tiempo de institucionalización, podemos observar que mejoran todas las variables excepto DT_Y_OC.

Considerando estos datos de forma global podríamos decir que, en sujetos de edad menor o igual a 80 años y eliminando la repercusión del tiempo de institucionalización, los ejercicios de movilización cervical repercuten mejorando el control del equilibrio con ojos abiertos y cerrados o al menos encontramos una fuerte tendencia en este sentido. Esta afirmación se debe hacer con mucha precaución debido al escaso tamaño muestra. Lo que sí parece claro es que en este estudio la edad influye en el control del equilibrio. Sería aconsejable hacer estudios en este sentido para confirmar o no los resultados obtenidos en este trabajo.

Al estudiar la correlación entre la modificación en la variación en valor absoluto de la DMEB y la variación de todas las variables analizadas del control del equilibrio con toda la muestra, se confirma lo que a priori se puede pensar en función de los resultados obtenidos en las dos variables, y es que no hay ningún tipo de correlación ni en el total de la muestra ni en cada grupo de estudio por separado.

Al seleccionar a los sujetos de edad igual o inferior a 80 años y neutralizando el efecto del tiempo de institucionalización, los resultados son similares excepto entre las variables de longitud y velocidad del CoP con la DMES, entre las que sí aparece correlación. Estos resultados serían más relevantes si hubiera correlación entre DMES y DMEB, pero no es el caso (este dato no se refleja en el apartado de resultados). No hemos encontrado ningún estudio que relacione la posición de la cabeza en sedestación con el equilibrio, por lo que la discusión en este aspecto sería atrevida.

Según lo comentado las mejoras que se producen de los valores de las variables de equilibrio en el GE que no son debidas a la variación de la posición de la cabeza, sobre todo si tenemos en cuenta que esas mejoras también se producen con los ojos cerrados, por lo que podría intervenir el sistema somatosensorial y vestibular.

La percepción de la posición articular forma parte de la propiocepción. La posición de cabeza adelantada produce variaciones en la longitud de los músculos flexores y extensores del cuello. Los husos musculares responden a cambios en la longitud del músculo y la alteración en la longitud del musculo que produce la posición adelantada de cabeza tiene una repercusión negativa en la función de los husos musculares (Weon *et al.*, 2001). Esto podría explicar, en parte, la tendencia hacia una mejora en el control del equilibrio que encontramos en nuestro estudio en el grupo experimental ya que aunque el valor de la modificación de la posición de la cabeza es muy similar entre los dos grupos en bipedestación, el grupo experimental parte de una posición menos adelantada y tiene una mayor corrección de la postura de la cabeza, pudiendo repercutir de forma positiva en la función de los husos musculares.

En un estudio (Hyun *et al.*, 2014) se estudió la eficacia de los ejercicios de estabilización de tronco con Pilates en el control postural y del equilibrio en mujeres de 65 años. Los ejercicios se realizaban 3 veces a la semana durante 12

semanas, obteniéndose una reducción en la longitud y la velocidad del CoP. Es cierto que la estabilidad del tronco es imprescindible en el buen control postural, pero ya se comentó con anterioridad que el control de la cabeza también influye en ese hecho (Kang *et al*, 2012). También se ha puesto de manifiesto que el fortalecimiento del músculo flexor profundo participa en la estabilidad de la cabeza (Lee *et al*, 2013). En nuestro estudio no hemos obtenido variaciones en la posición de la cabeza y sí cierta tendencia a la mejora del equilibrio, con una disminución en la longitud y velocidad del CoP, que es significativa en los sujetos menores de 80 años, y de desviación típica de las oscilaciones, y podría ser debida a la repercusión positiva de los ejercicios en el control y estabilidad de la cabeza.

Lee *et al*. (2014) examinaron el error de posición-reposición de la región cervical con el fin de investigar si la posición de cabeza adelantada afecta la percepción de la posición articular. Refieren que esta postura afecta la percepción del reposicionamiento de la cabeza en todos los movimientos, por lo que se afecta el sentido de la posición articular y además existe una correlación negativa con el grado de posición adelantada. La estabilidad de la cabeza y cuello proporcionan una base para el sistema vestibular y la visión durante el control postural (Keshner, Wollacott y Debu, 1998). La estabilidad de la cabeza, y de forma más evidente durante el movimiento, influye de forma notable en la calidad de la información sensorial necesaria para la estabilidad postural y el equilibrio (De Fabio y Emasithi, 1997). En este sentido, pero en niños con parálisis cerebral, se pronuncian Shin, Song y Ko (2017), encontrando en su estudio beneficio en el control del equilibrio al realizar ejercicios de estabilización de cuello y tronco. También refiere que los ejercicios de estabilización de tronco pueden tener efectos positivos en la estabilización de cuello. El grupo control de nuestro estudio, aunque no realiza los ejercicios de cuello, sigue realizando el resto de ejercicios de gerontogimnasia, que pueden tener repercusión en la percepción de la posición del cuello, lo que podría explicar que no existan más diferencias en los resultados de control de equilibrio entre GC y GE.

Según De Fabio y Emasithi (1997), el esquema de control corporal de las personas de edad avanzada sin discapacidad es descendente, es decir, tiene su origen en la cabeza y es el utilizado para poder estabilizar la cabeza en el espacio y este control mejora gracias a la percepción de la cabeza en referencia al resto del cuerpo. Igualmente Keshner *et al* (1998) pusieron de manifiesto que en respuestas

de control descendente los estímulos propioceptivos visuales y vestibulares activan los músculos del cuello, y quizás los del tronco. Los ejercicios aplicados en nuestro estudio pueden producir una estabilización de la cabeza, lo que podría repercutir positivamente en el control corporal y, por ende, en el equilibrio.

Para Hirjacová *et al.* (2016), una mejora en el control de la postura pone de manifiesto una mejora en la función vestibular. Los ejercicios consistentes en movimientos de la cabeza se incluyen, junto con ejercicios de equilibrio y de actividades diarias, dentro de los programas de rehabilitación vestibular para personas con vértigo y desequilibrio (Shepard y Telian, 1995) y como tratamiento del presbivértigo (Bernal, Faus y Bernal, 2006) El presbivértigo no es una patología, sino que forma parte del proceso natural del envejecimiento que afecta a los órganos encargados del equilibrio. Los ejercicios de movilidad de cabeza se pueden aplicar como ejercicios de habituación, para facilitar la compensación del sistema nervioso central mediante la extinción de respuestas patológicas al movimiento de la cabeza (Shepard y Telian, 1995) o para mejorar la estabilidad de la mirada (Bernal, Faus y Bernal, 2006) mediante la rehabilitación del reflejo véstibulo-ocular. Ozgen, Karapolat, Akkoc, y Yuceyar (2016), en pacientes con esclerosis múltiple, aplicaron un protocolo para mejora de la función vestibular introduciendo, entre otros, ejercicios que consistían en que el paciente realizara movimientos de rotación y de flexo-extensión mientras dirigía la vista en un objetivo estático, obteniendo este tratamiento diferencias significativas en el control del equilibrio con respecto a un grupo de pacientes que recibían tratamiento médico habitual. A su vez aclara que aquellos ejercicios que mejoran la fuerza muscular y el control postural no tienen los mismos efectos favorecedores en el equilibrio, aunque los pueden tener, ya que no son específicos. Ese hecho se corrobora en el estudio de Debolt y McCubbin (2004), en el que un programa de ejercicios de resistencia en miembro inferior en personas con esclerosis múltiple mejoró la potencia extensora pero no el equilibrio.

En el estudio de Buckley *et al.* (2005) detectaron que las posiciones de flexión y extensión de la cabeza reducían de forma significativa el control del equilibrio, debido muy probablemente a las interferencias que producen estas posiciones en el control vestibular de la posición mientras que la posición media del CoP se modificaba con significación estadística únicamente en la flexión de cabeza. Esto sugiere que los aumentos en la inestabilidad postural con la cabeza

flexionada o extendida desde la posición erguida pueden ser en parte debidos a la alteración vestibular que producen estas posiciones más que a la perturbación mecánica. En nuestro estudio, según los resultados estadísticos obtenidos en la modificación de la DME y en los estudios de correlación, podríamos descartar la primera causa y ver como un posible motivo la mejora de la información vestibular gracias a la realización de los ejercicios. Los ejercicios de rotación, inclinación lateral y flexo-extensión son similares a los utilizados en la rehabilitación vestibular y realizados de forma repetida y periódica pueden producir una habituación al sistema vestibular mejorando el equilibrio.

VII - CONCLUSIONES

VII CONCLUSIONES

En la población estudiada y con los métodos de valoración empleados de la distancia malar-esternal, que nos indica la posición de la cabeza con respecto al tronco en el plano sagital, y del control del equilibrio se puede concluir que:

1. Los ejercicios propuestos no producen modificación en la posición de la cabeza en el plano sagital, tanto en posición de sedestación como en bipedestación.
2. De forma independiente a la intervención realizada, la dirección del desplazamiento de la cabeza en toda la población de estudio depende de la posición de la cabeza, produciéndose un desplazamiento anterior en aquellos casos que la cabeza está más retrasada y un desplazamiento posterior en aquellos que está más adelantada, tanto en posición de sedestación como en bipedestación, pudiendo los ejercicios limitar el desplazamiento hacia anterior.
3. Los ejercicios propuestos no modifican el control del equilibrio en el total de la población de estudio. Si la población de estudio se reduce a los sujetos con edad igual o inferior a 80 años, encontramos una disminución en las variables de estudio que podrían indicar una fuerte tendencia en la mejora de la estabilidad. Esta mejora se puede atribuir a la influencia de los ejercicios en la estabilidad de la cabeza y en el sistema vestibular y no a la influencia mecánica de los ejercicios en la cabeza y cuello.
4. No existe relación entre las modificaciones en la posición de la cabeza en el plano sagital y las modificaciones en el control del equilibrio.
5. Los ejercicios propuestos no tienen repercusión en la percepción del dolor.

VIII – LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

VIII –LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Una de las principales limitaciones que, consideramos, existen en nuestro estudio en el reducido tamaño muestral con respecto al estimado en base a otro estudio anterior que utiliza el mismo sistema de valoración de la posición de la cabeza, no en comparación con otros estudios que sí obtienen resultados concluyentes. El hecho de que sólo se haya utilizado en un estudio nos lleva directamente a otra limitación: no tenemos valores de normalidad de referencia ni podemos determinar cuándo se puede clasificar a un individuo con posición de cabeza adelantada o retrasada, lo que no nos permite determinar la repercusión de los ejercicios en base a esa situación.

En relación al estudio del control del equilibrio, no hemos podido determinar la elipse de confianza, variable más empleada, ni la posición media del CoP, que nos hubiera ayudado a determinar si hay una modificación en la postura.

En futuras investigaciones se podrían determinar los valores de normalidad para la población, incluso estratificarlos por edad. Del mismo modo se podría determinar si hay diferencias entre la población normal y grupos poblacionales agrupados por patologías, al menos las más frecuentes como el latigazo cervical o la artritis reumatoide.

La aplicación clínica de nuestro método de evaluación de la posición de la cabeza tiene varias ventajas: es rápida de realizar, es fácil de aprender, requiere un mínimo equipamiento y tiene una alta fiabilidad intraexaminador. De esta forma se podría comprobar de forma rápida y sencilla si el tratamiento aplicado a un paciente tiene el resultado esperado.

En cuanto a los ejercicios propuestos, son fáciles de realizar, aspecto importante para su cumplimiento y si en futuras investigaciones se llegan a conclusiones contundentes podrían tener aplicación clínica para la modificación

de la posición cefálica y la estabilidad, con el consiguiente beneficio en la reducción o prevención de caídas.

IX - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IX – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akram, S. B., Frank, J S., Patla, A. E. y Allum J. H. J. (2008). Balance control during continuous rotational perturbations of the support surface. *Gait Posture*, 27(3), 393–98.
- Aldana, P. A., Báez, R. J., Sandoval, C. C., Vergara, N. C., Cauvi, L. D. y Fernández de la Reguera, A. (2011). Asociación entre maloclusiones y posición de la cabeza y cuello. *Int. J. Odontostomat.*, 5(2),119-25.
- Ali A. S., Rowen, K. A. y Iles, J. F. (2003). Vestibular actions on back and lower limb muscles during postural tasks in man. *J Physiol.*, 546(2), 615-24.
- Alpini, D., Cesarini, A., Fraschini, F., Kohen-Raz, R., Capobianco, S. y Cornelio, F. (2004). Aging and vestibular system: specific tests and role of melatonin in cognitive involvement. *Arch Gerontol geriatr Suppl.*, (9), 13-25.
- Amblard, B., Cremiexoux, J., Marchand A. R. y Carblanc, A. (1985). Lateral orientation and stabilization of human stance: static versus dynamic visual cues. *Exp Brain Res*, 61(1), 21-37.
- Assaiante, C., Mallau, S., Viel, S., Jover, M. y Schmitz, C. (2005). Developmente of postural control in healthy children: a functional approach. *Neural Plasticity*, 12(2-3), 109-18.
- Baloh, R. W., Fife, T. D., Zwerling, L., Socotch, T., Jacobson, K., Bell, T. y Beykirch, K. (1994). Comparison of static and dynamic posturography in young and older people. *J Am Ger Soc*, 42(4), 405-12.
- Barrett, D. S., Cobb, A. G. y Bentley, G. (1991). Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *J Bone Joint Surg Br*. 73(1), 53–56.
- Batista, W. O., Alves, E. D., Porto, F., Pereira, F. D., Santana, Ferreira, R. y Gurgel, J. L. (2014). Influencia del tiempo de institucionalización en el equilibrio postural y en el riesgo de caídas de ancianos: estudio transversal. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, 22(4), 645-53.

- Baydal-Bertomeu, J. M., Barberá, R., Soler-García, C., Peydro, M. F., Prat, J. M. y Barona, R. (2004). Determinación de los patrones de comportamiento postural en población sana española. *Acta de Otorrinolaringología Española*, 55(6), 260-69.
- Bergamin, M., Gobbo, S., Zanotto, T., Sieverdes, J. C., Alberton, C. L., Zaccaria, M. y Ermolao, A. (2014). Influence of age on postural sway during different dual-task conditions. *Front Aging Neurosci*, 6(271), 1-7.
- Bernal, E., Faus, V. y Bernal, R. (2006). Presbivértigo: ejercicios vestibulares. *Gerokomos*, 17(4), 197-200.
- Boyce, M. J., Canning, C. G., Mahant, N., Morris, J., Latimer, J. y Fung, V. (2012). Active exercise for individuals with cervical dystonia: a pilot randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 27(3), 226-35.
- Boyd-Clark, L. C., Briggs, C. A. y Galea, M.P. (2002). Muscle spindle distribution, morphology, and density in longus colli and multifidus muscles of the cervical spine. *Spine*, 2(7), 694-701.
- Braun, B. y Amundson, L. (1989). Quantitative assessment of head and shoulder posture. *Arch Phys Med Rehab* 70(4), 322-329.
- Buckley, J. G., Anand, V., Scally, A. y Elliott, D.B. Does head extension and flexion increase postural instability in elderly subjects when visual information is kept constant? *Gait Posture*, 21(1), 59-64.
- Caballero, C., Barbado, D. y Moreno, F. J. (2013). El procesado del desplazamiento del centro de presiones para el estudio de la relación complejidad/rendimiento observada en el control postural en bipedestación. *Rev Andal Med Deporte*, 6(6), 101-7.
- Cevenini, E., Bellavista, E., Tieri, P., Castellani, G., Lescai, F., Francesconi, M., Mishto, M, Santoro, A., Valensin, S., Salvioli, S., Capri, M., Zaikin, A., Monti, D., de Magalhaes, J. P. y Franceschi, C. (2010). Systems biology and longevity: an emerging approach to identify innovative antiaging targets and strategies. *Current Pharm Design*. 16(7), 802-13.
- Chester, J. B. Jr. (1991). Whiplash, postural control and the inner ear. *Spine* 16(7), 716-20.

- Cho C. Y. (2008). Survey of faulty postures and associated factors among chinese adolescents. *J Manip Physiol Ther*, 31(3), 224-9.
- Conley, M.S., Meyer, R. A., Bloomberg, J. J., Feeback, D. L. y Dudley, G. A. (1995). Noninvasive analysis of human neck muscle function. *Spine*, 20(23), 2505-12.
- De Pauw, J., Ven der Velden, K., Meirte, J., van Daele, U., Truijen, S., Cras, P., Mercelis, R. y De Hertogh, W. (2014). The effectiveness of physiotherapy for cervical dystonia: a systematic literatura review. *J Neurol.*, 261, 1857-65.
- DeBolt, L. S. y McCubbin, J. A. (2004). The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(2), 290-97.
- Di Fabio, R. P. y Emasithi, A. (1997). Aging and the mechanisms underlying head and postural control during voluntary motion. *Phys Ther.*, 77(5), 458-75.
- Diab, A. A. y Moustafa I. M. (2012). The efficacy of forward head correction on nerve root function and pain in cervical spondilotic radiculopathy: a randomized trial. *Clin Rehabil*, 26(4), 351-61.
- Doherty, T. J., Vandervoort, A. A., Taylor, A. W. y Brown, W.F. (1995). Effects of motor unit losses on strength in older men and women. *J Appl Physiol*, 74(2), 868-74.
- Emery, K., De Serres, S.J., McMillan, A. y Côte, J. L. (2010). The effects of a Pilates training program on arm-trunk posture and movement. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 25(2), 124-130.
- Era, P., Sainio, P., Koskinen, S., Haavisto, P., Vaara, M. y Aromaa, A. (2006). Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology*, 52(4), 204-13.
- Fernández-de-las-Penas, C., Alonso-Blanco, C., Cuadrado, M. L. y Pareja, J. A. (2006). Forward head posture and neck mobility in chronic tension-type headache: a blinded, controlled study. *Cephalalgia*, 26(3), 314-19.

- Fujiwara, K., Kiyoya, T., Maeda, K. y Horak, F. B. (2007). Postural control adaptability to floor oscilation in the elderly. *J Physiol Anthropol.*, 26(4), 485-93.
- Gagey, P. M. y Weber, B. (2011). Posturología. *Regulación y alteraciones de la bipedestación*. Barcelona, España: Editorial Masson, S.A.
- Golsefidi, N. R., Alizadeh, M. H. y Kordi, M. R. (2013). The efecto of four month of detraining following eight month of corrective exercises on lumbar lordosis of schoolgrils. *Ann Appl Sport Sci*, 1(2), 19-24.
- Gonzalez, H. E. y Manns, A. (1996). Forward head posture: its structural and functional influence on the stomatognathic system, a conceptual study. *Cranio*, 14(1), 71-80.
- Gribble, P. A., Tucker, W. S. y White, P. A. (2007). Time-of-day. Influences on static and dynamic postural control. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 35-41.
- Griegel-Morris, P., Larson, K., Mueller-Klaus, K. y Oatis, C. (1992). Incidence of common postural abnormalities in the cervical, shoulder and thoracic regions and their association with pain in two age groups of health subjects. *Phys Ther*, 72, 425-431.
- Hallgren, R. C. (2014). Modeling length-tension properties of RPCm muscles durin voluntary retraction of the head. *Manual Therapy*, 19, 319-23.
- Hanten, W. P., Olson, S. L., Russell, J. L., Lucio R. M., Campbell, A. H. (2000). Total head excursion and resting head posture: normal and patient comparisons. *Arch Phys Med Rehabil*, 81, 62-66.
- Harman, H., Hubley-Kozey, C. L. y Butler, H. (2005). Effectiveness of an exercise program to improve forward head posture in normal adults: a randomized, controlled 10-week trial. *Journal of Manual & Manipulative Theray*, 13(3), 163-76.
- Hayashi, H., Okada, K., Hamada, M., Tada, K. y, Ueno, R. (1987). Etiologic factors of myelopathy. A radiographic evaluation of the aging changes in the cervical spine. *Clin Orthop Rel Res*, 214, 200-9.

- Heo, J.G. (2005). The impact of static strength and static endurance of the neck deep flexor on chronic neck pain. *Kor Sport Res*, 16, 215–26.
- Hirjaková, Z., Šingliarová, H., Bzdúšková, D., Kimijanová, J., Bučková, K., Valkovič, P. y Hlavačka F. (2016). Postural stability and responses to vibrations in patients after anterior cruciate ligament surgical reconstruction. *Physiol Resp*, 65(supl 3), 409-16.
- Horak, F. B., Shupert, C. L. y Dietz, V. (1994). Vestibular and somatosensory contributions to responses to head and body displacements in stance. *Exp Brain Res*, 100(1), 93-106.
- Hyun, J., Hwangbo, K. y Lee, C. W. (2014). The effects of pilates mat exercise on the balance ability of elderly females. *J Phys Ther Sci*, 26(2), 291–93.
- Ingle, L., Sleaf, M. y Tolfrey, K. The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *J Sports Sci*, 24 (9), 987-97.
- Jassen, I. y Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-age children and young. *Int J Behav Nutr Phys*, 7, 40.
- Ji, H.-M., Han, J. y Won, Y.-Y. (2015). Sarcopenia y Osteoporosis. *Hip & Pelvis*, 27(2), 72 - 76.
- Judge, J. O., Ounpuu, S. y David, R. B. 3rd. (1996). Effect of age on the biomechanics and physiology of gait. *Clin Geriatr Med*, 12(4), 659-78.
- Kalron, A., Fonkatz, I., Fird, L., Baransi, H. y Achiron, A. (2016). The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: a pilot randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*, 13(13).
- Kang, D. Y. (2015). Deep cervical flexor training with a pressure biofeedback unit is an effective method for maintaining neck mobility and muscular endurance in college students with forward head posture. *J Phys Ther Sci*, 27(10), 3207–210.

- Kang, J. H., Park R. Y., Lee S. J., Kim J. Y., Yoon S. R., y Jung, K. I. (2012). The effect of the forward head posture on postural balance in long time computer based worker. *Ann Rehabil Med*, 36, 98-104.
- Keshner, E. A. y Woollacott, M. H. (1998). Debu: neck, trunk and limb muscle responses during postural pertubations in human. *Exp Brain Res*, 1(3), 455-66.
- Kuo, Y. L., Tully, E. A. y Galea, M. P. (2009). Sagittal spinal posture after Pilates-based exercise in healthy older adults. *Spine*, 34(10), 1046-51.
- Latash, M. L., Krishnamoorthy, V., Scholz, J. P. y Zatsiorsky, V. Z. (2005). Postural synergies and their development. *Neural Plasticity*, 12(2-3), 119-30.
- Lee M. H., Park S. J. y Kim, J. S. (2013). Effects of neck exercise on high-school students' neck-shoulder posture. *J. Phys. Ther. Sci.*, 25(5), 571-74.
- Lee, M. Y., Lee, H. Y. y Yong, M. S. (2014). Characteristics of cervical position sense in subjects with forward head posture. *J. Phys. Ther.*, 26, 1741-43.
- Lee, S.-M., Lee, C.-H., O'Sullivan, D., Jung, J.-H., y Park, J.-J. (2016). Clinical effectiveness of a Pilates treatment for forward head posture. *J Phys Ther Sci*, 28(7), 2009-13.
- Liaw, M. Y., Chen, C. L., Pei, Y. C., Leong C. P. y Lau, Y. C. (2009). Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged, and elderly healthy people. *Chang Gung Med J.*, 32(3), 297-304.
- Lomas, R., López, M. C. (2005). Estabilometría y calidad de vida en las algias vertebrales. Un estudio transversal analítico. *Fisioterapia*, 27(3), 129-37.
- Loram, I. D., Lakie, M. (2002). Human balancing of an inverted pendulum: position control by small, ballistic-like, throw and catch movements. *Journal of Physiology*, 540(3), 1111-124.
- Lynch, S. S., Thigpen, C. A., Mihalik J. P., Prentice W. E. y Padua D. (2010). The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers. *Internet Br J Sports Med*, 44(5), 376-81.

- Madureira, M. M., Takayama, L., Gallinaro, A. L., Caparbo, V. F., Costa, R. A. y Pereira, R. M. R. (2007). Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporosis International*, 18(4), 419-425.
- Manchester, D., Woollacott, M., Zederbauer-Hylton, N. y Marin, O. (1989). Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. *J Gerontol*, 44(4), 118-27.
- Mariel, J., Flores, J. C., Gutiérrez, F. J., Mariel, G., Sánchez, W. Y Guerrero A. L. (2015). Estudio morfométrico de la posición cráneo-cervical en pacientes con clases esqueléticas II y III. *Int. J. Morphol.*, 33(2), 415-19.
- Martínez Gil, J. L. (2011). *Repercusión de la manipulación vertebral cervical sobre la apertura oral y la relación malar-esternal* (Tesis doctoral). Universidad Católica San Antonio de Murcia, Murcia.
- Martínez, D., Canseco, J., González, E., Jaramillo, H. y Cuairán, V. (2013). Discrepancias en medidas cefalométricas en relación a la posición natural de la cabeza. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 1(1), 122-31.
- Mauer, C., Schweigart, G. y Megner, T. (2006). Pronounced overestimation of support surface tilt during stance. *Exp Brain Res.*, 168 (1-2), 41-50.
- Merlo, A., Zemp, D., Zanda, E., Rocchi, S., Meroni, F., Tettamanti, Recchia, A., Lucca, U y Quadri, P. (2012). Postural stability and history of falls in cognitively able older adults: The Canton Ticino study. *Gait Posture*, 36(4), 662-6.
- Nashner, L. M. y Peters, J. F. (1990). Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. *Neurologic Clinics*, 8(2), 331-49.
- Nezamuddin, N., Khan, S. A., Hameed, U. A., Anwer, A. y Equebal, A. (2013). Efficacy of pressure-biofeedback guided deep cervical flexor training on neck pain and muscle performance in visual display terminal operators. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, 7(4), 141-45.

- Ozgen, G., Karapolat, H., Akkoc, Y. y Yuceyar, N. (2016). Is customized vestibular rehabilitation effective in patients with multiple sclerosis? A randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.*, 52(4), 466-78.
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*, 5(4), 383-89.
- Pausic, J., Pedesic, Z. Y Dizdar, D. (2010). Reliability of a photographic method for assessing standing posture of elementary school students. *J Manipulative Physiol Ther.*, 33(6), 425-31.
- Pearson, N. y Walmsley, R. (1995). Trial into the effects of repeated neck retractions in normal subjects. *Spine*, 20(1),1245-50.
- Penning, L. Normal movements of the cervical spine. (1978). *AJR Am J Roentgenol*, 130, 317-26.
- Pérennou, D., Decavel, P., Manckoundia, P., Penven, Y., Mourey, F., Launay, F. Pfitzenmeyer, P. y Casillas, J. M. (2005) [Evaluation of balance in neurologic and geriatric disorders] (fran). *Ann Readapt Med Phys*, 48(6), 317-35.
- Peydro, M. F., Baydal, J. M. y Vivas, M. J. (2005). Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación*, 39(6), 315-23.
- Pirouzi, S., Motealleh, A. R., Fallahzadeh, F., y Fallahzadeh, M. A. (2014). Effectiveness of treadmill training on balance control in elderly people: a randomized controlled clinical trial. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 39(6), 565-570.
- Queiroz, M. A. R., Chien, H. F, Sekeff-Sallem, F. A. y Barbosa, E. R. (2012). Physical therapy program for cervical dystonia: a study of 20 cases. *Funct Neurol*, 27, 187-92.
- Raine, S. y Twomey, L. (1994). Posture of head, shoulders and thoracic spine in comfortable erect standing. *Aust J Physiother*, 40, 25-32.
- Ramdani, S, Tallon, G., Bernard, P. L. y Blain, H. (2013). Recurrence quantification analysis of human postural fluctuations in older fallers and non-fallers. *Ann Biomed Eng*, 41(8), 1713-25.

- Rocabado, M. (1983). Biomechanical relationship of the cranial, cervical and hyoid regions. *J Craniomandib Pract*, 1, 61-66.
- Rocabado, M. (1984). Análisis biomecánico craneocervical a través de una telerradiografía lateral. *Rev. Chil. Ortod.*, 1, 42-52.
- Rodríguez, C., Mata, D., Rodríguez, L. M., Regueras, L., Reguera, M. M., de Paz, J. A. y Lapeña, S. (2016). Valoración de la coordinación y equilibrio en niños prematuros. *An Pediatr*, 85(2), 86-94.
- Rosenfeld, M., Seferiadis, A., Carlsson, J. y Gunarsson, R. (2003). Active intervention in patients with whiplash-associated disorders improves long-term prognosis: a randomized controlled clinical trial. *Spine*, 28(22), 2491-8.
- Ruivo, R. M., Carita, A. I. y Pezarat-Correia, P. (2016). The effects of training and detraining after an 8 month resistance and stretching training program on forward head and protracted shoulder postures in adolescents: Randomised controlled study. *Manual Therapy*, 21, 76-82.
- Ruivo, R. M., Pezarat-Correia, P. y Carita, A. I. (2017). Effects of a resistance and stretching training program on forward head and protracted shoulder postures in adolescents. *J Manipulative Physiol Ther.*, 40(1), 1-10.
- Shepard, N. T. y Telian, S. A. (1995). Programmatic vestibular rehabilitation. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 112(1), 173-82.
- Shin, J., Song, G., y Ko, J. (2017). The effects of neck and trunk stabilization exercises on cerebral palsy children's static and dynamic trunk balance: case series. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(4), 771-74.
- Sibley, K. M., Straus, S. E., Inness, E. L., Salbach, N. M. y Jaglal, S. B. (2011). Balance assessment practices and use of standardized balance measures among Ontario physical therapists. *Phys Ther*, 91(11), 1583-91.
- Silva, A. G. y Johnson, M. I. (2013). Does forward head posture affect postural control in human healthy volunteers? *Gait posture*, 38(2), 352-53.
- Silva, A.G., Punt, T. D., Sharples, P., Vilas-Boas, J. P. y, Johnson, M. I. (2009). Head posture and neck pain of chronic nontraumatic origin: a comparison

- between patients and pain-free persons. *Arch Phys Med Rehabil.*, 90(4) ,669–674.
- Smania, N., Corato, E., Tinazzi, M. y Anglioti, S. M. (2003) The effect of two different rehabilitation treatments in cervical dystonia: preliminary results in four patients. *Funct Neurol*, 18, 219–25.
- Straker, L. M., Smith, A. J., Bear, N., O'Sullivan, P. B. y de Klerk, N. H.(2011). Neck/shoulder pain, habitual spinal posture and computer use in adolescents: the importance of gender. *Ergonomics*, 54(6), 539-46.
- Straube, A., y Sigel, K. (1988). Parkinsonian syndrome caused by a tumour of the left supplementary motor area. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 51(5), 730–31.
- Sullivan, E.V., Rose, J., Rohlfing, T. y Pfefferbaum, A. (2009). Postural sway reduction in aging men and women: relation to brain structure, cognitive status, and stabilizing factors. *Neurobiol Aging*, 30(5):793-807.
- Szczygieł, E., Piotrowski, K., Golec, J., Czechowska, D., Masłoń, A., Bac, A. y Golec, E. (2016). Head position influence on stabilographic variables. *Acta Bioeng Biomech* 18(4), 49-54.
- Verdú, E., Ceballos, D., Vilches, J. J. y Navarro, X. Influence of aging on peripheral nerve function and regeneration. *J Peripher Ner Syst.*, 5(4), 191-208.
- Villarroya, M. A., González-Agüero, A., Moros, T., Gómez-Trullén, E. y Casajús, J. A. (2013). Effects of whole body vibration training on balance in adolescents with and without Down síndrome. *Res Dev Disabil*, 34(10), 3057-65.
- Weon, J. H., Oh, J. S., Cynn H. S., Kim, Y., W., Kwon, O. Y. y Yi, C. H. (2010). Influence of forward head posture on scapular upward rotators during isometric shoulder flexion. *J Bodyw Mov Ther*, 14(2), 367–374.
- Woda, A., Pionchon, P., Palla, S. y Piochon, P. (2001) Regulation of mandibular postures: mechanisms and clinical implications. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.*, 12(2), 166-78.

- Youdas, J.W., Garrett, T.R., Suman, V.J., Bogard, C.L., Hallman, H.O. y Carey, J. R. (1992). Normal range of motion of the cervical spine: an initial goniometric study. *Phys Ther*, 72, 770-80. *Manual Therapy*, 19, 319-23.

X - ANEXOS

ANEXO 1: Informe favorable del Comité de Ética de la UCAM.



COMITÉ DE ÉTICA DE LA UCAM

DATOS DEL PROYECTO

Título:	Influencia de ejercicios activos de columna cervical en la posición de la cabeza y su repercusión en la estática, estabilidad y equilibrio en población de edad avanzada usuaria de centros geriátricos	
Investigador Principal	Nombre	Correo-e
	Fulgencio Buendia López	fbuendia@ucam.edu

INFORME DEL COMITÉ

Fecha	24/7/2015
--------------	-----------

Tipo de Experimentación

Investigación experimental clínica con seres humanos.	X
Utilización de tejidos humanos procedentes de pacientes, tejidos embrionarios o fetales.	
Utilización de tejidos humanos, tejidos embrionarios o fetales procedentes de bancos de muestras o tejidos.	
Investigación observacional con seres humanos o uso de datos personales, información genética, etc.	X
Experimentación animal.	
Utilización de agentes biológicos de riesgo para la salud humana, animal o las plantas.	
Uso de organismos modificados genéticamente (OMGs).	

Comentarios Respecto al tipo de Experimentación

Nada obsta

Comentarios Respecto a la metodología de experimentación

Nada obsta





COMITÉ DE ÉTICA DE LA UCAM

Sugerencias al Investigador

A la vista de la solicitud de informe adjunto por el Investigador y de las recomendaciones anteriormente expuestas el dictamen del Comité es:

Emitir informe favorable	<input checked="" type="checkbox"/>
Emitir informe desfavorable	<input type="checkbox"/>
Emitir informe favorable condicionado a subsanación	<input type="checkbox"/>

MOTIVACIÓN
Puede aumentar el conocimiento es un área

V.º B.º El Presidente,

Fdo.: José Alberto Cánovas Sánchez

El Secretario,

Fdo.: José Alarcón Teruel

ANEXO 2: Información del estudio**DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO****FINALIDAD DEL ESTUDIO**

El estudio a realizar es un ensayo clínico aleatorizado (ECA) con la finalidad de determinar si unos ejercicios realizados a nivel de la columna cervical, guiados y dirigidos por el fisioterapeuta del centro, tienen influencia en la posición de la cabeza en población geriátrica usuaria de centros de día o de residencias geriátricas.

Para esto es necesario disponer de un grupo experimental, que realizará los ejercicios de columna cervical, y un grupo control al que no se le realizará ninguna intervención.

DESCRIPCIÓN DE LAS VALORACIONES

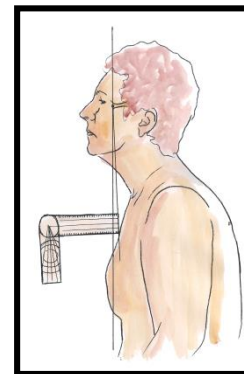
Para determinar la posición de la cabeza se medirá la relación malar-esternal y para determinar la posición y desplazamiento del centro de presiones se realizará una prueba estabilométrica. Ambas mediciones son totalmente inocuas y no invasivas.

A continuación, pasamos a describir cada una de las mediciones:

1. Relación malar-esternal.

Se realiza en sedestación y bipedestación relajada. En estas posiciones se le hace pasar una luz láser vertical por el borde antero-externo de la apófisis frontal del hueso malar, a nivel de la comisura lateral de los párpados (sin llegar a contactar con el globo ocular) y con una regla milimetrada, que se colocará en el borde superior del manubrio esternal (escotadura esternal), mediremos la distancia que hay desde la línea laser hasta el esternón.

La duración total de esta valoración es de unos 15 segundos y se realizarán tres mediciones en cada valoración.

**2. Estabilometría.**

Se realizará con los ojos abiertos y cerrados. El sujeto se sube a la plataforma estabilométrica en posición relajada, con los brazos a lo largo del cuerpo, con los talones separados 2 cm y con una

angulación de 30 grados entre los pies. Para asegurar la reproductibilidad de la posición se utiliza un patrón de madera que se retira una vez adoptada la posición correcta. En esta posición debe mantenerse durante 51.2 segundos, tiempo que dura el registro. El sujeto debe subir a la plataforma dos veces, una para cada registro.

CARACTERÍSTICAS DE NUESTRA INTERVENCIÓN

Para llevar a cabo el estudio, las mediciones se realizarán el día y hora acordado con el centro y los voluntarios que participen no se tendrán que desplazar del mismo.

El número de días necesarios para las valoraciones dependerá del número de participantes, realizando cada día entre 10 y 15 valoraciones aproximadamente.

Realizaremos una primera valoración de la relación malar-esternal y estabilométrica de la muestra. De forma aleatoria, los participantes valorados se distribuirán entre el grupo control y el grupo experimental en el mismo número. El grupo control comenzará a realizar los ejercicios cervicales desde la primera valoración, dirigidos y controlados por el fisioterapeuta del centro.

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

La muestra tiene que cumplir:

- Tener 65 años o más en el momento de inicio del estudio.
- Sujeto válido.
- Estar incluido en actividades de gerontogimnasia.
- Tener capacidad de deambulación, con o sin ayudas para la marcha.
- Poder mantener la posición de bipedestación erecta sin ayudas.

La muestra no puede:

- Tener patologías o alteraciones diagnosticadas que afecten al equilibrio
- Limitaciones severas de la movilidad cervical.
- Tratamiento farmacológico que afecten de forma significativa al tono muscular, estática o equilibrio.
- Cifosis o escoliosis estructuradas diagnosticadas.
- Problemas severos en la visión diagnosticados.
- Alteraciones cognitivas que afecten a la relación con el entorno.

**DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA SUJETOS SOMETIDOS A ESTUDIO
(HOJA INFORMATIVA)**

1. EN QUÉ CONSISTE Y PARA QUÉ SIRVE:

El estudio se realiza para conocer la influencia de unos sencillos ejercicios de columna cervical en la posición de la cabeza.

2. COMO SE REALIZA:

Antes de comenzar el estudio se le harán las mediciones de:

- la posición de la cabeza (relación malar-esternal): sentado y de pie, en posición relajada, se le hará pasar una luz láser cerca del raballo del ojo (sin llegar a contactar con el globo ocular) y con una regla milimetrada, que se colocará en el esternón, mediremos la distancia que hay desde la línea laser hasta el esternón.
- prueba estabilométrica: se tendrá que subir en una plataforma metálica, de unos 5 cm de altura, y permanecer sobre ella 51.2 segundos. Se hará con los ojos abiertos y cerrados.

Tendrá que realizar unos ejercicios, guiados por su fisioterapeuta, durante un periodo de tres meses y durante este periodo se volverán a realizar las mismas mediciones cada mes.

3. QUÉ EFECTOS LE PRODUCIRÁ:

Le puede mejorar la movilidad del cuello, tonificar la musculatura del cuello y modificar ligeramente la posición de la cabeza.

4. EN QUÉ LE BENEFICIARÁ:

Le pueden disminuir las molestias que tenga en el cuello y probablemente le mejora el equilibrio. Puede mejorar su estabilidad, lo que repercute positivamente en el riesgo de caídas.

5. QUÉ RIESGOS TIENE:**5.1 LOS MÁS FRECUENTES:**

Puede aparecer ligera sensación de mareo durante la realización de los ejercicios.

No se puede mirar directamente al laser, aunque como el láser incide lateralmente es raro que se presente esta situación.

5.2 LOS MÁS GRAVES:**6. SITUACIONES ESPECIALES QUE DEBEN SER TENIDAS EN CUENTA:**

Debe comunicar si tiene alteraciones del equilibrio.

DESCRIPCIÓN DE LOS EJERCICIOS A REALIZAR

En cada sesión se realizarán los ejercicios descritos a continuación y en el orden indicado.

1. Rotación activa de la cabeza y cuello hacia derecha e izquierda.

Partiendo de posición neutra de cabeza y cuello con la mirada hacia el frente, el sujeto realiza rotación máxima de cabeza y cuello hacia el lado derecho sin mover los hombros y mantiene durante 3 segundos. Transcurrido este tiempo vuelve la cabeza a la posición inicial y realiza la misma secuencia hacia el lado izquierdo. Este ejercicio se hace un total de diez veces.

2. Inclinação activa de cabeza y cuello hacia derecha e izquierda.

Partiendo de posición neutra de cabeza y cuello con la mirada hacia el frente, el sujeto realiza inclinación máxima de cabeza y cuello hacia el lado derecho sin mover los hombros y mantiene durante 3 segundos. Transcurrido este tiempo vuelve la cabeza a la posición inicial y realiza la misma secuencia hacia el lado izquierdo. Este ejercicio se hace un total de 10 veces.

3. Flexo-extensión activa de cabeza y cuello.

Partiendo de posición neutra de cabeza y cuello con la mirada hacia el frente, el sujeto realiza flexión máxima de cabeza y cuello, acercando el mentón al pecho, sin mover los hombros y mantiene durante 3 segundos. Transcurrido este tiempo vuelve la cabeza a la posición inicial y realiza una extensión máxima de cabeza y cuello. Este ejercicio se hace un total de 10 veces.

4. Movimiento de traslación anterior y posterior de cabeza y cuello.

Partiendo de posición neutra de cabeza y cuello con la mirada hacia el frente, el sujeto realiza una proyección máxima de cabeza y cuello hacia delante manteniendo la mirada en el frente sin mover los hombros y mantiene durante 3 segundos. Transcurrido este tiempo vuelve la cabeza a la posición inicial y lleva la cabeza y cuello hacia atrás manteniendo la mirada hacia el frente dejando caer la barbilla. Este ejercicio se hace un total de 10 veces.

La secuencia de ejercicios descritos con las repeticiones indicadas es una serie. En cada sesión se realizarán 3 series de ejercicios. Entre cada ejercicio se descansa un tiempo aproximado de 1 minutos y entre serie y serie el tiempo de recuperación no será superior a 5 minutos. Los ejercicios se realizarán un mínimo de tres veces por semana hasta hacer un mínimo de 35 sesiones y un máximo de 40.

Los ejercicios se hacen en sedestación con la espalda apoyada en el respaldo de una silla y los hombros relajados; el fisioterapeuta está situado delante de los sujetos frente a ellos y los estimulará tanto verbalmente como gestualmente o realizando los ejercicios simultáneamente.

ANEXO 3: Consentimiento informado.**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo,, con DNI:.....

DECLARO:

Haber sido informado/a del estudio y procedimientos de la investigación. Los investigadores que van a acceder a mis datos personales y a los resultados de las pruebas son:

- Fulgencio Buendía López
- José Luis Martínez Gil

Asimismo, he podido hacer preguntas del estudio, comprendiendo que me presto de forma voluntaria al mismo y que en cualquier momento puedo abandonarlo sin que me suponga perjuicio de ningún tipo.

CONSIENTO:

1.-) Someterme a las siguientes pruebas exploratorias (en su caso), que previamente me han informado del procedimiento a seguir en las mismas:

- Determinación de la relación malar-esternal.
- Prueba estabilométrica

2.-) El uso de los datos obtenidos según lo indicado en el párrafo siguiente:

En cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le comunicamos que la información que ha facilitado y la obtenida como consecuencia de las exploraciones a las que se va a someter pasará a formar parte del fichero automatizado INVESALUD, cuyo titular es la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN ANTONIO, con la finalidad de INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO CIENCIAS EXPERIMENTALES Y CIENCIAS DE LA SALUD. Tiene derecho a acceder a esta información y cancelarla o rectificarla, dirigiéndose al domicilio de la entidad, en Avda. de los Jerónimos de Guadalupe 30107 (Murcia). Esta entidad le garantiza la adopción de las medidas oportunas para asegurar el tratamiento confidencial de dichos datos.

En (Murcia) a de de 20....

El investigador,

Fdo:

Fdo: Fulgencio Buendía López

ANEXO 4: Plantilla de la primera valoración.

PLANTILLA REGISTRO DE DATOS. PRIMERA VALORACIÓN

Fecha (dd/mm/aaaa):

Centro:

Nombre:

Nº:

Fecha ing (dd/mm/aaaa):

Sexo: Hombre Mujer

Fecha de nacimiento (dd/mm/aaaa):

Edad:

Peso (Kg):

Talla (cm):

IMC:

Residencia Centro de día **Relación malar-esternal 1 (mm)**

Sedestación

1ª medición:

2ª medición:

3ª medición:

Valor:

Bipedestación

1ª medición:

2ª medición:

3ª medición:

Valor: **Datos estabilométricos 1**

	Ojos abiertos	Ojos cerrados
Longitud		
Velocidad		
Long_X		
Long_Y		
Vel_X		
Vel_Y		
DT_X		
DT_Y		

Ayudas para la marcha:

No Bastón 1 muleta 2 muletas Andador

Dolor cervical (0-10):

Caídas último año:

Si No

Observaciones:

ANEXO 5: Plantilla de la segunda valoración.

PLANTILLA REGISTRO DE DATOS. SEGUNDA VALORACIÓN

Fecha (dd/mm/aaaa):

Centro:

Nombre:

Nº:

Fecha ing (dd/mm/aaaa):

Sexo: ~~Hombre~~ Mujer

Fecha de nacimiento (dd/mm/aaaa): _____

Edad:

Peso (Kg):

Talla (cm):

IMC:

Residencia Centro de día Relación malar-esternal 2 (mm)

Sedestación

1ª medición:

2ª medición:

3ª medición:

Valor:

Bipedestación

1ª medición:

2ª medición:

3ª medición:

Valor: Datos estabilométricos 2

	Ojos abiertos	Ojos cerrados
Longitud		
Velocidad		
Long_X		
Long_Y		
Vel_X		
Vel_Y		
DT_X		
DT_Y		

Ayudas para la marcha:

No Bastón 1 muleta 2 muletas Andador

Dolor cervical (0-10):

Caídas desde 1ª valoración:

Si No

Observaciones:

