

TESIS DOCTORAL CON MENCIÓN INTERNACIONAL



VNIVERSITAT  
DE VALÈNCIA

Facultat de **Fisioteràpia**

**Efecto de un protocolo de fisioterapia para la recuperación del equilibrio y la marcha tras ictus en personas mayores basado en criterios clínico-funcionales**

PRESENTADA POR:  
**M<sup>a</sup> Luz Sánchez Sánchez**

DIRIGIDA POR:  
**Dra. Dña. Celedonia Igual Camacho  
Dr. D. Enrique Viosca Herrero  
Dr. D. Juan Manuel Belda Lois**

PROGRAMA DE DOCTORADO:  
**3039. Procesos de Envejecimiento:  
Estrategias Sociosanitarias**

**VALENCIA**  
Noviembre de 2016





VNIVERSITAT  VALÈNCIA

Facultat de **Fisioteràpia**



**Efecto de un protocolo de fisioterapia  
para la recuperación del equilibrio y la  
marcha tras ictus en personas mayores  
basado en criterios clínico-funcionales**

TESIS DOCTORAL CON MENCIÓN INTERNACIONAL

Presentada por:

**M<sup>a</sup> Luz Sánchez Sánchez**

Dirigida por:

**Dra. Dña. Celedonia Igual Camacho**

**Dr. D. Enrique Viosca Herrero**

**Dr. D. Juan Manuel Belda Lois**

PROGRAMA DE DOCTORADO:

3039. Procesos de Envejecimiento: Estrategias Sociosanitarias

Valencia, noviembre de 2016



VNIVERSITAT  VALÈNCIA

FACULTY OF PHYSIOTHERAPY



**The effect of a physical therapy  
intervention protocol based on clinical  
and functional criteria for the recovery  
of balance and gait post-stroke in  
elderly people**

PHD THESIS WITH INTERNATIONAL MENTION

Presented by:

**M<sup>a</sup> Luz Sánchez Sánchez**

Supervised by:

**Dra. Dña. Celedonia Igual Camacho**

**Dr. D. Enrique Viosca Herrero**

**Dr. D. Juan Manuel Belda Lois**

DOCTORAL PROGRAMME:

3039. The Ageing Processes: Social and Health Care Strategies

Valencia, November 2016



**Dra. Dña. Celedonia Igual Camacho**, Profesora Titular de la Facultat de Fisioteràpia de la Universitat de València.

**Dr. D. Enrique Viosca Herrero**, Jefe del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Universitari i Politècnic La Fe.

**Dr. D. Juan Manuel Belda Lois**, Investigador del Instituto de Biomecánica de Valencia. Universitat Politècnica de València. Grupo de Tecnología Sanitaria del IBV, CIBER de Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina (CIBER-BBN).

**CERTIFICAN:**

Que el presente trabajo, titulado “Efecto de un protocolo de fisioterapia para la recuperación del equilibrio y la marcha tras ictus en personas mayores basado en criterios clínico-funcionales”, ha sido realizado bajo su dirección en el Departament de Fisioteràpia de la Universitat de València, por Dña. **M<sup>a</sup> Luz Sánchez Sánchez**, para la obtención del título de doctora y con el cumplimiento de los requisitos para optar a Mención Internacional. Habiéndose concluido y reuniendo a su juicio las condiciones de originalidad y rigor científico necesarias, autorizan su presentación a fin de que pueda ser defendido ante el tribunal correspondiente.

Y para que así conste, expiden y firman la presente certificación en Valencia, a 22 de noviembre de 2016.

Fdo. Dña. Celedonia  
Igual Camacho

Fdo. D. Enrique Viosca  
Herrero

Fdo. Juan Manuel  
Belda Lois





*A mi familia, a  
mis amigos y a  
David.*



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a mis directores de tesis; a la Dra. Celedonia Igual Camacho por la confianza depositada en mí y en este proyecto, al Dr. Enrique Viosca Herrero por brindarme la oportunidad de investigar y por sus inestimables consejos y valiosa revisión del trabajo, al Dr. Juan Manuel Belda Lois por todo lo que he aprendido, gracias por enseñarme el camino de la investigación. A los tres, gracias por vuestro tiempo y dedicación, soy consciente del esfuerzo que habéis hecho por acompañarme.

También quiero dar las gracias a todos los profesores del departamento de fisioterapia por comprenderme y apoyarme, especialmente a Bea Gisbert y Silvia Mena por vuestra amistad y ayuda desinteresada con las evaluaciones, a Arancha Ruescas y Sofía Pérez por vuestra incondicional y permanente ayuda con mis mil y una dudas, sin vosotras esta tesis no sería tal y como hoy es. Por su ayuda y cariño a Lirios Dueñas, Marta Inglés, Sergio Roig, Marta Aguilar, Nuria Sempere, Laura López Bueno, Clara Igual, Mercé Balasch, Gemma Espí, Cristina Aramburu, Pedro Vergara, Marisa Basanta, Cristina Moya, Amparo Ibáñez, Anna Arnal, M<sup>a</sup> José Llácer, Mamen Velasco, Bárbara Pérez, Quique LLuch, Bea Díaz, Juanjo Carrasco, Yasmin Ezzatvar, Jose Casaña, Elena Marqués y Pilar Serra. A mis compañeros de asignatura, Laura López Company, Natalia Cezón, José Miralles, Ana M<sup>a</sup> Rodrigo, María Rodríguez, José Luis Romero y Trini Sentandreu, por apoyarme en los últimos años. Del mismo modo, quisiera agradecer a todo el personal del departamento de fisioterapia por su predisposición para ayudarme en todo momento y por hacer fácil la farragosa burocracia, fundamentalmente a Yolanda González, a Rafa Marco, a Pilar Monrós y a M<sup>a</sup> Asunción Bueso.

También quiero expresar mi agradecimiento a todos los compañeros del HUIP La Fe por su apoyo durante la fase experimental. Tanto en Campanar, a la Dra. Charo Béseler por contar conmigo en todo momento, a Pepa Albarracín por sus

palabras de aliento, a María por su apoyo en los duros inicios, a Agustín y Ramón por su permanente ayuda; como en Malilla, a M<sup>a</sup> Paz Villanova por permitirme formar parte del equipo, a Ana Estaun y Miguel Matas por su inestimable ayuda, a Juanca León y María Álvarez por su cariño, a las celadoras Carmen Villanueva, Mari Carmen Sangüesa, Vicen, Chon, Paqui y a Santi, y a las auxiliares Patricia, Esther y Ana Maruenda por su apoyo y valiosa implicación.

Por confiar en mí y compartir la alegría de mi premio, a mis compañeras y amigas Elena Recacho y Cristina Pérez del Hospital Dr. Moliner y a M<sup>a</sup> José Fumat y Mari Carmen Ortega del Hospital Arnau de Vilanova. También quiero agradecer a M<sup>a</sup> José Vivas del IBV porque la lectura de su tesis me ha sido de gran ayuda. Del mismo modo, a Daniel Sánchez por su libro y sus consejos de estadística.

Vorrei ringraziare il Dr. Molinari per avermi offerta l'opportunità di lavorare nel suo laboratorio, dove ho potuto conoscere la validità della ricerca all'interno di un team interdisciplinare. Inoltre vorrei ringraziare i miei colleghi della Fondazione Santa Lucia: Luca, Iolanda, Federica, Febo, Fabio, Claudio, Marco Iosa, Guillermo, Martina e Francesca per avermi fatto sentire parte integrante della squadra e per tutto quello che ho imparato insieme a loro; infine Daria, Marcello e Claudio per la loro ospitalità e per l'insegnamento della cultura romana, della lingua italiana, della gastronomia e della città di Roma. Conservo tuttora grandi ricordi del mio soggiorno a Roma. Vi auguro il meglio e spero di rivedervi presto in Spagna o in Italia. Buona fortuna e ancora vivissimi ringraziamenti.

Quiero agradecer de manera muy especial a todos los participantes del estudio y a sus familiares. Sin su ilusión, fortaleza y paciencia esta tesis no hubiera sido posible. Gracias por vuestra inestimable ayuda y por contribuir con la ciencia.

A mis queridos amigos, por vuestro apoyo absoluto y sincero, por ayudarme a levantarme detrás de cada caída. En especial a Merche, Toni, Magda y Olga por

su paciencia infinita ante esta tesis como único tema de conversación y por todo lo que me habéis dado. A Pakito por regalarme una cubierta que me emociona y a Marcos por su humor, su ayuda y sus mensajes de ánimo. A Eva, Rubén y Ana por su cariño y por las escapadas a Albacete para coger aire fresco. A Lorenzo, Vanessa, Belén, Gema, Lorena, Soline, Andrés, Mercedes, Visi, Luis, Mila, M<sup>a</sup> Cruz y M<sup>a</sup> José Navarro porque aunque el trabajo me ha dejado poco tiempo para pasar con vosotros sabéis que sois muy especiales para mí. Y a mis “chicas de oro” por su alegría y apoyo incondicional.

Quiero también expresar agradecimiento infinito a mi extensa familia, mi gran tesoro, me siento muy afortunada de formar parte de ella, os quiero. A mis padres, Miguel y M<sup>a</sup> Luz, que siempre han estado orgullosos de mí y me han inculcado desde pequeña el valor de la constancia, el esfuerzo y el estudio. A mi hermana Ana Virginia, toda una investigadora, que me ha apoyado a diario, especialmente al final cuando las fuerzas ya flaqueaban. A mi hermano Miguel por sus palabras de ánimo y por su particular visión de la vida que tanto me hace reír. A mis cuñados Antonio y Alma por todo su cariño. A mis sobrinos Miguel y Virginia porque son mi alegría de vivir. A todos los demás, gracias por los momentos inolvidables pasados juntos y por confiar en mí.

A David, mi oasis de amor y felicidad, gracias por tu ayuda, por tu apoyo incondicional y absoluto, por tu fuerza y por tu paciencia.

Finalmente, quisiera decir que este trabajo supone un esfuerzo personal muy importante que no hubiera sido posible sin el apoyo de muchas personas que con su granito de arena me han ayudado en el largo proceso. No quisiera olvidar a nadie puesto que todos habéis sido muy importantes, por ello me gustaría agradecer a todos los que con vuestra mirada de ánimo, vuestra escucha activa y vuestros gestos de cariño me habéis apoyado en los momentos difíciles.



*An investment in knowledge always pays the best interest*

Benjamin Franklin

*See what you see, and not what you think you see*

Berta Bobath

*El hombre debería saber que es del encéfalo, y solo del encéfalo, de donde surgen nuestros placeres, alegrías, risas y bromas, así como nuestras penas, dolores, tristezas y lágrimas. Concretamente, a través de él, pensamos, vemos, oímos y distinguimos lo feo de lo hermoso, lo malo de lo bueno, lo agradable de lo desagradable... Es el mismo que nos vuelve locos o delirantes, nos inspira miedo o pavor, ya sea de día o de noche, nos produce insomnio, errores inoportunos, preocupaciones sin sentido, falta de motivación y actos contrarios a nuestros hábitos. Estas cosas que sufrimos proceden todas del encéfalo.*

Hipócrates

LLIURE

Com més a prop es troba l'horitzó,  
més lliure sóc.

La possibilitat és la presó  
que no ha de detenir-me.

Ivan Brull



Durante la realización de esta tesis y en relación con la investigación llevada a cabo, M<sup>a</sup> Luz Sánchez Sánchez ha participado en el siguiente artículo:

- Sánchez-Sánchez, M. L., Belda-Lois, J. M., Mena-del Horno, S., Viosca-Herrero, E., Gisbert-Morant, B., Igual-Camacho, C., & Bermejo-Bosch, I. (2014). Functional principal component analysis as a new methodology for the analysis of the impact of two rehabilitation protocols in functional recovery after stroke. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11, 134. DOI: 10.1186/1743-0003-11-134.

Asimismo, ha participado en los siguientes congresos internacionales:

- Sanchez-Sanchez, M.L., Ruescas-Nicolau, M.A., Mena-del Horno, S., Gisbert-Morant, B., Belda-Lois, J.M., Viosca-Herrero, E., Igual-Camacho, C. Effect of a physiotherapy multimodal approach for functional recovery in elderly subjects after stroke. I Congreso Internacional de Investigación en Salud y Envejecimiento. Almería. 3 y 4 julio, 2014. **Póster.**
- Sanchez-Sanchez, M.L., Belda-Lois, J.M., Viosca-Herrero, E., Igual-Camacho, C., Gisbert-Morant, B., Mena-del Horno, S. Analysis of the effect of two physiotherapy protocols in balance recovery after stroke using a novel methodology of functional principal components. 24th European Stroke Conference 2015. Viena. 13 al 15 mayo, 2015. **Póster.**
- Sanchez-Sanchez, M.L., Viosca-Herrero, E., Belda-Lois, J.M., Igual-Camacho, C., Mena-del Horno, S., Gisbert-Morant, B. An original method to determine which individual treatment components contribute towards the beneficial effects in physiotherapy after stroke. 24th European Stroke Conference 2015. Viena. 13 al 15 mayo, 2015. **Exposición oral.**

- Belda-Lois, J.M., Sanchez-Sanchez, M.L. A New Methodology for Functional Principal Components Analysis from Scarce Data. Application to Stroke Rehabilitation. 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC15). Milán. 25 al 29 de agosto, 2015. **Póster.**

Además, ha ampliado sus conocimientos asistiendo a los siguientes cursos formativos:

- Estadística con SPSS aplicada a las ciencias de la salud. SFPIE. Valencia. 10 al 20 de enero, 2011.
- Valoración Funcional de la Marcha (Sistema NEDAMH/IBV) y Valoración Funcional de los trastornos del Equilibrio (Sistema NEDSVE/IBV). IBV. Valencia. 29 y 30 de marzo, 2011.
- Bases metodológicas de la investigación clínica en fisioterapia para publicar trabajos científicos. Elaboración y redacción de manuscritos. SFPIE. Valencia. 15 de julio, 2011.
- Introducción a la presentación de artículos científicos en inglés. SFPIE. Valencia. 9 al 30 de mayo, 2014.
- Reeduación del equilibrio: trasladando la evidencia a la práctica clínica. Universidad de Alcalá. Madrid. 2 al 4 de octubre, 2015. Impartido por Dra. Anne Schumway-Cook y Dra. Majorie Woolacott.

Finalmente, ha recibido el **IX Premio IBV de Valoración Funcional** en la modalidad de Mejor Aplicación Clínica de las Técnicas Biomecánicas con el trabajo 'Valoración del efecto de técnicas fisioterápicas específicas de estimulación plantar, disociación y equilibrio en la recuperación de la marcha tras ictus'. Valencia. 2 de octubre, 2015.



# ÍNDICES

---



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	21
ÍNDICE DE FIGURAS.....	27
ÍNDICE DE TABLAS.....	33
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	35
ENGLISH SUMMARY .....	39
1. INTRODUCCIÓN.....	63
1.1. Origen de esta tesis doctoral .....	63
1.2. Ictus.....	65
1.2.1. Concepto .....	65
1.2.2. Epidemiología .....	70
1.2.2.1. Incidencia y prevalencia del ictus. Influencia de la edad.....	70
1.2.2.2. Mortalidad. Años de vida perdidos.....	74
1.2.2.3. Carga social y coste que supone el ictus.....	75
1.2.3. Rehabilitación tras el ictus .....	77
1.3. Postura y equilibrio .....	80
1.3.1. Concepto .....	80
1.3.2. Disfunción del equilibrio tras el ictus. Influencia de la edad. ....	84
1.4. La marcha .....	90
1.4.1. Concepto .....	90
1.4.2. Biomecánica de la marcha .....	95
1.4.2.1. Cinemática .....	98
1.4.2.2. Cinética .....	101
1.4.2.3. Actividad muscular.....	103
1.4.3. Cambios relacionados con la edad.....	104
1.4.4. Características de la marcha hemipléjica.....	106
1.5. Fisioterapia tras ictus .....	112

1.5.1. Evolución histórica de la fisioterapia tras ictus.....	112
1.5.2. Características específicas de la fisioterapia tras ictus en la población mayor .....	119
1.5.2.1. Relación entre edad y estado funcional al alta hospitalaria tras ictus .....	121
1.5.2.2. Relevancia de la fisioterapia en la persona mayor tras ictus ....	122
1.5.2.3. Técnicas fisioterápicas más específicas para el tratamiento de la persona mayor tras ictus .....	123
1.5.3. Evidencia actual en fisioterapia convencional para la recuperación del equilibrio y la marcha tras ictus .....	127
1.6. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	135
1.6.1. Hipótesis .....	135
1.6.2. Objetivos .....	135
1.6.2.1. Objetivo general.....	135
1.6.2.2. Objetivos específicos .....	136
2. MATERIAL Y MÉTODOS .....	139
2.1. Muestra .....	139
2.2. Diseño de investigación .....	140
2.2.1. Aspectos éticos .....	140
2.2.2. Plan de trabajo .....	141
2.2.3. Tamaño muestral .....	142
2.2.4. Aleatorización .....	144
2.2.5. Enmascaramiento .....	144
2.3. Protocolo de valoración .....	145
2.3.1. Escalas e instrumentos utilizados .....	148
2.3.1.1. Escala Neurológica Canadiense (CNS).....	148
2.3.1.2. Test de Control de Tronco (TCT) .....	148
2.3.1.3. Clasificación funcional del Cambio Postural del Hospital de Sagunto (CaPHS) .....	149

2.3.1.4. Clasificación funcional de la Sedestación del Hospital de Sagunto (SedHS).....	149
2.3.1.5. Clasificación funcional de la Bipedestación del Hospital de Sagunto (BipHS) .....	149
2.3.1.6. Test Muscular Manual o Escala de Oxford (MMT) .....	150
2.3.1.7. Escala Modificada de Asworth (MAS) .....	152
2.3.1.8. Escala Visual Analógica (EVA) .....	153
2.3.1.9. Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto (FACHS) .....	155
2.3.1.10. Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts (FAC).....	155
2.3.1.11. Escala del Equilibrio de Berg (BBS).....	155
2.3.1.12. Test “Timed Up and Go” (TUG).....	157
2.3.1.13. Índice de Barthel de Actividades Básicas de la Vida Diaria (BI) ..	158
2.3.1.14. Valoración biomecánica.....	159
2.3.1.15. Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI) .....	171
2.4. Intervención .....	172
2.4.1. Aplicación y características .....	172
2.4.2. Protocolo fisioterápico base .....	174
2.4.3. Protocolo con las técnicas fisioterápicas extra aplicado en el grupo intervención .....	198
2.4.4. Técnicas empleadas para la recuperación funcional del miembro superior parético.....	207
2.5. Análisis de datos .....	214
3. RESULTADOS .....	227
3.1. Análisis descriptivo: características basales.....	227
3.2. Escalas funcionales.....	232
3.2.1. Marcha, fuerza muscular y tono muscular .....	232
3.2.2. Equilibrio, independencia y movilidad funcional.....	234
3.2.3. Análisis de datos funcionales de las escalas funcionales.....	238



3.3. Análisis de datos funcionales del Cuestionario de Motivación Intrínseca ..	238
3.4. Análisis de los resultados de la posturografía estática .....	240
3.4.1. Análisis sensorial .....	240
3.4.2. Prueba dinámica de los límites de estabilidad (LE).....	248
3.5. Resultados del análisis cinético de la marcha. Fuerzas de reacción .....	254
3.5.1. Velocidad de la marcha y tiempo de apoyo.....	254
3.5.2. Fuerzas de reacción de las pruebas de marcha .....	256
3.6. Resultados de fiabilidad interevaluador .....	264
4. DISCUSIÓN .....	267
4.1. Consideraciones generales .....	267
4.2. Consideraciones relativas a los métodos empleados y los resultados obtenidos .....	268
4.2.1. Diseño del estudio y características de la muestra.....	268
4.2.2. Protocolos fisioterápicos llevados a cabo .....	270
4.2.3. Instrumentos de evaluación empleados.....	275
4.2.4. Originalidad del análisis estadístico mediante análisis de datos funcionales (ADF).....	276
4.2.5. Resultados obtenidos.....	277
4.2.5.1. Equilibrio .....	277
4.2.5.2. Marcha .....	295
4.2.5.3. Independencia en las AVD .....	318
4.2.5.4. Movilidad .....	321
4.2.5.5. Fuerza muscular e hipertonia .....	325
4.3. Aportación del estudio e implicación clínica e investigadora de los hallazgos.....	329
4.4. Limitaciones del estudio .....	331
4.5. Directrices para futuras investigaciones.....	332
4.6. Consideraciones finales .....	333
5. CONCLUSIONS/CONCLUSIONES.....	337

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	341
7. ANEXOS.....	377
Anexo 1. Resumen de la evidencia científica: ECAs .....	377
Anexo 2. Resumen de la evidencia científica: revisiones sistemáticas y metaanálisis .....	390
Anexo 3. Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto.....	402
Anexo 4. Aprobación del estudio por el CEIC del HUIP La Fe .....	403
Anexo 5. Hoja informativa .....	405
Anexo 6. Consentimiento informado.....	407
Anexo 7. Consentimiento informado oral ante testigos.....	408
Anexo 8. Autorización de la imagen con fines científicos.....	409
Anexo 9. Certificado de estancia en la Fondazione Santa Lucia .....	410
Anexo 10. Clasificación funcional Bipedestación del Hospital de Sagunto...	411
Anexo 11. Escala del equilibrio de Berg .....	412
Anexo 12. Índice de Barthel de AVD .....	414
Anexo 13. Test Muscular Manual .....	415
Anexo 14. Escala Modificada de Asworth.....	416
Anexo 15. Cuestionario de Motivación Intrínseca .....	417
Anexo 16. Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts .....	418
Anexo 17. Escala Neurológica Canadiense .....	419
Anexo 18. Test de Control de Tronco .....	420
Anexo 19. Clasificación Funcional Cambio Postural Hospital de Sagunto ....	421
Anexo 20. Clasificación funcional Sedestación del Hospital de Sagunto.....	422
Anexo 21. Protocolo fisioterápico base .....	423
Anexo 22. Protocolo con técnicas fisioterápicas extra grupo intervención..	427
Anexo 23. Análisis basal descriptivo y comparativo detallado .....	430
Anexo 24. Análisis regresión logística variables categóricas .....	438
Anexo 25. ANOVA variables cuantitativas .....	439

Anexo 26. Resultados ADF en las escalas funcionales .....	440
Anexo 27. Análisis estadístico Cuestionario de Motivación Intrínseca .....	448
Anexo 28. ADF variables del análisis sensorial: diferencias estadísticamente significativas entre grupos .....	451
Anexo 29. ADF variables del análisis sensorial: diferencias estadísticamente significativas efectos principales del factor hemicuerpo parético .....	455
Anexo 30. ADF variables de la prueba dinámica de los LE: diferencias estadísticamente significativas entre grupos .....	461
Anexo 31. ADF variables de la prueba dinámica de los LE: diferencias estadísticamente efectos principales del factor hemicuerpo parético .....	464
Anexo 32. Análisis estadístico variables velocidad de marcha y tiempo de apoyo .....	470
Anexo 33. Coeficientes de correlación intraclase .....	471

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Clasificación del ictus según su naturaleza .....	66
<b>Figura 2.</b> Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud para el efecto del ictus en un individuo .....	79
<b>Figura 3.</b> La acción motora anticipadora en respuesta a un trastorno postural se adapta al contexto funcional .....	81
<b>Figura 4.</b> Las respuestas anticipadoras apropiadas a los trastornos posturales pueden aprenderse.....	84
<b>Figura 5.</b> Fases del ciclo de la marcha .....	97
<b>Figura 6.</b> Patrón característico de las tres componentes de la fuerza de reacción sobre ambos pies en marcha humana normal .....	102
<b>Figura 7.</b> Diagrama de flujo de los estudios identificados.....	129
<b>Figura 8.</b> Plan de trabajo de la tesis.....	143
<b>Figura 9.</b> Test Muscular Manual en una participante del estudio con hemiparesia derecha .....	151
<b>Figura 10.</b> Escala Modificada de Asworth en una participante del estudio con hemiparesia derecha .....	153
<b>Figura 11.</b> Escala Visual Analógica empleada .....	154
<b>Figura 12.</b> Escala del Equilibrio de Berg en un participante del estudio con hemiparesia derecha .....	156
<b>Figura 13.</b> Test “Timed Up and Go” en una participante del estudio .....	158
<b>Figura 14.</b> Entrevista al participante y su familiar para cumplimentar el Índice de Barthel de Actividades Básicas de la Vida Diaria. ....	159
<b>Figura 15.</b> Imágenes previas a la valoración biomecánica de un participante del estudio .....	160
<b>Figura 16.</b> Análisis sensorial en una participante del estudio con hemiparesia derecha: Romberg con ojos abiertos y cerrados .....	162
<b>Figura 17.</b> Análisis sensorial en una participante del estudio con hemiparesia derecha: Romberg ojos abiertos y cerrados con gomaespuma .....	163
<b>Figura 18.</b> Prueba dinámica de los LE en una participante con hemiparesia derecha .....	166
<b>Figura 19.</b> Entrevista para cumplimentar el Cuestionario de Motivación Intrínseca referente a la motivación de la participante en la realización de las pruebas de evaluación del equilibrio.....	168
<b>Figura 20.</b> Prueba de marcha.....	169
<b>Figura 21.</b> Prueba de marcha en una participante con hemiparesia .....	170

<b>Figura 22.</b> Entrevista para cumplimentar el Cuestionario de Motivación Intrínseca referente a la motivación de la participante en la realización de la prueba de marcha.....	172
<b>Figura 23.</b> Maniobra del puente.....	176
<b>Figura 24.</b> Ejercicio de potenciación de cuádriceps.....	177
<b>Figura 25.</b> Facilitación del paso de sedestación a bipedestación.....	178
<b>Figura 26.</b> Pérdida de equilibrio al quitar el apoyo de las manos en un sujeto con hemiparesia izquierda.....	179
<b>Figura 27.</b> Maniobra del puente. La participante con hemiparesia izquierda retrasa el pie izquierdo para realizar más fuerza con ese miembro inferior al elevar la pelvis.....	180
<b>Figura 28.</b> Potenciación de cuádriceps junto con estiramiento de miembros superiores.....	181
<b>Figura 29.</b> Inicio del entrenamiento de la marcha lateral en paralelas de un sujeto con hemiparesia izquierda.....	182
<b>Figura 30.</b> Trabajo de resistencia cardiovascular en dos participantes con afectación del hemicuerpo derecho.....	183
<b>Figura 31.</b> Paso de sedestación a bipedestación de un participante con afectación del hemicuerpo izquierdo.....	184
<b>Figura 32.</b> Estiramiento pasivo del músculo recto femoral del miembro inferior parético.....	185
<b>Figura 33.</b> Actividad de subir escaleras lateralmente.....	186
<b>Figura 34.</b> Actividad de subir escaleras y rampa de frente.....	186
<b>Figura 35.</b> Estiramiento de tríceps sural antes de iniciar la actividad de subir la rampa.....	187
<b>Figura 36.</b> Enseñanza y facilitación del estiramiento activo de tríceps sural en ambos miembros inferiores.....	188
<b>Figura 37.</b> Sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo pedaleando en el cicloergómetro.....	189
<b>Figura 38.</b> Reeducación de la marcha de dos sujetos con afectación del hemicuerpo izquierdo: marcha hacia delante y lateral.....	190
<b>Figura 39.</b> Reeducación de la marcha de dos sujetos con afectación del hemicuerpo derecho: marcha lateral y hacia atrás.....	190
<b>Figura 40.</b> Estiramiento pasivo del músculo recto femoral del miembro inferior parético en bipedestación.....	191
<b>Figura 41.</b> Reeducación de la actividad de subir y bajar escaleras lateralmente y de frente en una participante con hemiparesia izquierda.....	192

<b>Figura 42.</b> Estiramiento activo de tríceps sural en una participante con hemiparesia izquierda.....	193
<b>Figura 43.</b> Reeducación de la marcha con la mínima ayuda técnica .....	193
<b>Figura 44.</b> Reeducación de la marcha con la mínima ayuda técnica: circuito de obstáculos y cambios de dirección .....	194
<b>Figura 45.</b> Subir escaleras lateralmente sin apoyo en un sujeto con hemiparesia izquierda .....	195
<b>Figura 46.</b> Reeducación de la actividad de subir y bajar escaleras y rampa de frente sin apoyo .....	195
<b>Figura 47.</b> Descenso y ascenso hasta la horizontal del talón durante el estiramiento activo del tríceps sural del miembro inferior parético.....	196
<b>Figura 48.</b> Reeducación de la marcha: obstáculos y cambios de dirección sin ayuda técnica y sin supervisión .....	197
<b>Figura 49.</b> Reeducación de la marcha: marcha en tándem y salvando obstáculos sin ayuda técnica ni supervisión .....	198
<b>Figura 50.</b> Estimulación de la sensibilidad de la planta del pie parético con un cepillo de dientes .....	199
<b>Figura 51.</b> Maniobra del medio puente .....	200
<b>Figura 52.</b> Maniobra de dorsiflexión activa de tobillo del miembro inferior parético .....	201
<b>Figura 53.</b> Maniobra del medio puente sin asistencia .....	202
<b>Figura 54.</b> Dorsiflexión activa del tobillo parético sin asistencia.....	203
<b>Figura 55.</b> Entrenamiento de disociación de movimientos de cabeza respecto al tronco con pies juntos y ojos cerrados en un sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo.....	205
<b>Figura 56.</b> Entrenamiento del equilibrio y traslación del peso corporal hacia el hemicuerpo parético de un sujeto con hemiparesia izquierda .....	205
<b>Figura 57.</b> Entrenamiento del equilibrio en tabla inestable de un sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo .....	206
<b>Figura 58.</b> Entrenamiento del movimiento de flexo-extensión de codo en un sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo .....	208
<b>Figura 59.</b> Facilitación de la activación de la musculatura extensora de la muñeca parética. ....	208
<b>Figura 60.</b> Facilitación del movimiento de prono-supinación de antebrazo en una participante con afectación del hemicuerpo derecho.....	209
<b>Figura 61.</b> La fisioterapeuta asiste el estiramiento de la musculatura flexora de dedos de la mano parética.....	210

<b>Figura 62.</b> Trabajo de aumento del rango articular en la escalera digital de dos participantes con afectación del hemicuerpo derecho .....	210
<b>Figura 63.</b> Sujeto con hemiparesia derecha arrastra una pelota por la pared para aumentar la amplitud articular de flexión del hombro parético y mejorar la coordinación .....	211
<b>Figura 64.</b> Entrenamiento de la fuerza con banda elástica .....	212
<b>Figura 65.</b> Entrenamiento de la fuerza de serrato anterior.....	212
<b>Figura 66.</b> Entrenamiento del movimiento de oposición del pulgar con el resto de dedos para mejorar la manipulación con la mano parética .....	213
<b>Figura 67.</b> Entrenamiento del lanzamiento y recepción de una pelota para optimizar la función de la extremidad superior parética en dos sujetos con afectación del hemicuerpo derecho .....	213
<b>Figura 68.</b> Base de funciones spline empleadas para determinar el proceso de recuperación del equilibrio .....	218
<b>Figura 69.</b> Diagrama CONSORT que muestra el flujo de los participantes a través de cada estadio del estudio .....	228
<b>Figura 70.</b> La figura muestra la evolución de ambos grupos de tratamiento en la variable movilidad funcional a través de las medias marginales y las barras de error estimadas en el Test “Timed Up and Go” en las fases de evaluación comprendidas entre los tres y los seis meses tras ictus .....	235
<b>Figura 71.</b> Mejoría de los grupos de tratamiento control e intervención de las variables equilibrio e independencia en las actividades de la vida diaria .....	237
<b>Figura 72.</b> Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la dimensión competencia percibida del Cuestionario de Motivación Intrínseca .....	240
<b>Figura 73.</b> Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el desplazamiento máximo anteroposterior en el ROA.....	243
<b>Figura 74.</b> Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el desplazamiento máximo mediolateral en el ROA.....	244
<b>Figura 75.</b> Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la velocidad media en el ROA .....	244
<b>Figura 76.</b> Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en la velocidad media en el ROC .....	245

**Figura 77.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el desplazamiento máximo mediolateral en el RGA..... 246

**Figura 78.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en la velocidad media en el RGA ..... 247

**Figura 79.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en el parámetro de control direccional en los promedios de los LE ..... 251

**Figura 80.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en el parámetro de control direccional en el LE derecho..... 251

**Figura 81.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el parámetro de control direccional en el LE izquierdo..... 252

**Figura 82.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en Índice de Valoración del LE trasero ... 253

**Figura 83.** Curvas de evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción verticales para la extremidad inferior parética en ambos grupos de tratamiento reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo ..... 260

**Figura 84.** Curvas de evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción mediolaterales para la extremidad inferior no parética en ambos grupos de tratamiento reconstruidas a partir de las medias de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos..... 261

**Figura 85.** Curvas de evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción verticales para la extremidad inferior parética en ambos grupos de tratamiento reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo ..... 262

**Figura 86.** Curvas de evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción anteroposteriores para la extremidad inferior no parética de toda la muestra reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con



*Índice de Figuras*

---

diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor tiempo.....263

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características clínicas del ictus isquémico según la clasificación Oxfordshire Community Stroke Project.....	67
<b>Tabla 2.</b> Factores de riesgo del ictus.....	69
<b>Tabla 3.</b> Tasas de incidencia de ictus en Europa.....	71
<b>Tabla 4.</b> Tasas de incidencia anual bruta del primer ictus por edad y sexo (incluyendo AIT) .....	72
<b>Tabla 5.</b> Ictus en la Comunidad Valenciana .....	73
<b>Tabla 6.</b> Requisitos principales para una marcha adecuada .....	92
<b>Tabla 7.</b> Papel de los miembros inferiores en el equilibrio durante la marcha..	93
<b>Tabla 8.</b> Análisis marcha normal en el plano sagital. Fase de apoyo.....	99
<b>Tabla 9.</b> Análisis marcha normal en el plano sagital. Fase de oscilación.....	100
<b>Tabla 10.</b> Adaptaciones espaciotemporales de la marcha tras ictus.....	108
<b>Tabla 11.</b> Causas de las desviaciones cinemáticas típicas .....	109
<b>Tabla 12.</b> Características más relevantes de los perfiles de potencia en la marcha hemipléjica.....	110
<b>Tabla 13.</b> Exploración clínica programada trastornos del pie tras ictus.....	111
<b>Tabla 14.</b> Cronograma de evaluaciones y pruebas realizadas.....	146
<b>Tabla 15.</b> Características basales de la muestra .....	230
<b>Tabla 16.</b> Resultados descriptivos del tiempo de apoyo y la velocidad de marcha durante la prueba de análisis de marcha realizada por los sujetos y comparativa entre grupos en F4.....	231
<b>Tabla 17.</b> Resultados descriptivos y análisis comparativo del tiempo de apoyo de la pisada con ambos hemicuerpos durante la marcha en ambos grupos del estudio .....	231
<b>Tabla 18.</b> Resultados del análisis estadístico de las variables dependientes FAC, FACHS, MMT y MAS .....	233
<b>Tabla 19.</b> Resultados variable TUG (descriptivos y significación de las pruebas post-hoc).....	235
<b>Tabla 20.</b> Resultados de las variable BBS y BI (descriptivos y significación de las pruebas post-hoc) .....	238
<b>Tabla 21.</b> Resultados del análisis estadístico intergrupo para los coeficientes de ajuste de los diferentes parámetros evaluados en el análisis sensorial .....	241
<b>Tabla 22.</b> Valores de las medias marginales o por grupo de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el análisis sensorial .....	242

<b>Tabla 23.</b> Resultados análisis estadístico intergrupo en los coeficientes de ajuste de los diferentes parámetros medidos en la prueba dinámica de los LE .....	249
<b>Tabla 24.</b> Valores de las medias marginales o por grupo de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la prueba dinámica de los LE.....	250
<b>Tabla 25.</b> Resultados del análisis estadístico inferencial para los coeficientes de ajuste de las diferentes fuerzas de reacción medidas en la prueba de marcha con diferencias estadísticamente significativas entre grupos de tratamiento considerando por separado cada hemicuerpo .....	257
<b>Tabla 26.</b> Resultados del análisis estadístico inferencial de los coeficientes de ajuste de las diferentes fuerzas de reacción medidas en la prueba de marcha que presentaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo en las pisadas llevadas a cabo con el miembro inferior parético.....	258
<b>Tabla 27.</b> Resultados del análisis estadístico inferencial de los coeficientes de ajuste de las diferentes fuerzas de reacción medidas en la prueba de marcha que presentaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor tiempo en el hemicuerpo no parético.....	258
<b>Tabla 28.</b> Valores de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo .....	259
<b>Tabla 29.</b> Valores de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo .....	259
<b>Tabla 30.</b> Valores de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor tiempo .....	259

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ADF	Análisis de Datos Funcionales
ACV	Accidente Cerebrovascular
AIT	Ataque isquémico transitorio
ANOVA	Análisis de varianza
AVD	Actividades de la vida diaria
BBS	Escala del Equilibrio de Berg
BI	Índice de Barthel
BipHS	Clasificación funcional de la Bipedestación del Hospital de Sagunto
CaPHS	Clasificación funcional de Cambio Postural del Hospital de Sagunto
CCI	Coeficiente de correlación intraclase
CDG	Centro de gravedad
CEIC	Comité Ético de Investigación Clínica
CIF	Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud propuesta por la OMS
CIMT	Terapia de restricción del lado sano (Constraint-induced Movement Therapy)
CMC	Centro de masa corporal
CNS	Escala Neurológica Canadiense
CONSORT	Consolidated Standards of Reporting Trials
CPG	Centros generadores espinales de la locomoción (central pattern generators)
CPF	Componente Principal Funcional
CPFs	Componentes Principales Funcionales
ECA	Ensayo clínico aleatorizado
ECAs	Ensayos clínicos aleatorizados
EEES	Espacio Europeo de Educación Superior
EVA	Escala Visual Analógica
FAC	Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts
FACHS	Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto
HUIP La Fe	Hospital Universitari i Politècnic La Fe
IBV	Instituto de Biomecánica de Valencia
IMI	Cuestionario de Motivación Intrínseca (Intrinsic Motivation Inventory)
INE	Instituto Nacional de Estadística
IS	Índice de simetría

### *Índice de Abreviaturas*

---

LE	Límites de estabilidad
MAS	Escala Modificada de Asworth
MMT	Test Muscular Manual o Escala de Oxford
NU	Negligencia unilateral
OMS	Organización Mundial de la Salud
PSMC	Programación Secuencial de Mínimos Cuadrados
ROA	Prueba Romberg con ojos abiertos
ROC	Prueba Romberg con ojos cerrados
RGA	Prueba Romberg ojos abiertos y gomaespuma
RGC	Prueba Romberg ojos cerrados y gomaespuma
SedHS	Clasificación funcional de la Sedestación del Hospital de Sagunto
SNC	Sistema nervioso central
TCT	Test de Control de Tronco
TUG	Test "Timed Up and Go"
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxígeno

# ENGLISH SUMMARY

---



## **ENGLISH SUMMARY**

### **Introduction**

Stroke is a leading cause of disability worldwide (Verheyden & Ashburn, 2013). Age is described as the most important risk marker for stroke since it exponentially increases its incidence. From the age of 55 years, the risk doubles for each decade, and it triples from 80 years (Zhang et al., 2012). The global population older than 65 years continues to increase and is estimated to be approximately 800 million people by 2025. Thus, the prevalence of stroke is expected to increase significantly around the world in the coming years (Mukherjee & Patil, 2011).

The most common motor impairment resulting from stroke is hemiparesis or hemiplegia, which is defined, respectively, as partial or total paralysis of one side of the body (Cha et al., 2014). Postural control disabilities, caused by motor-sensory impairment post-stroke, produce balance deficits that have an important impact on independence and social participation (Puckree & Naidoo, 2014). Therefore, subjects who have suffered a stroke live with balance and gait dysfunction caused by decreased mobility, weakened muscular strength, abnormal posture control, and cognitive dysfunction (Kim, Cho & Lee, 2014; Lindvall & Forsberg, 2014). Thus, a major task in neurologic physical therapy (PT) is to devise and apply PT intervention protocols that facilitate progressive improvements in a subject's functional recovery.

PT in stroke subjects using a mixture of components from different approaches is more beneficial than no treatment at all. However, future research should clarify which specific techniques are more suitable for functional recovery post-stroke (Pollock et al., 2014). Nevertheless, determining if one particular protocol of PT is more appropriate than another is not easy as researchers have found some limitations. First, the size of samples is often small because it is very



difficult to find an adequate amount of subjects who meet the inclusion criteria (Nascimento et al., 2015; Tang et al., 2015). Treatments in control and target groups should be quite similar in order to respect ethical restrictions (i.e., subjects cannot be deprived of a treatment area that is known to be relevant in their recovery) (Hebert et al., 2016). Moreover, it is frequent to have missing values when performing longitudinal studies involving subjects. In that sense, subjects' lost to follow up, late recruitments and difficulties in attending some of the measurement sessions are some of the problems that researchers usually face. Finally, interventions are mostly complex as they have some interrelated components (Mehrholtz et al., 2013) and the variability between people post-stroke is huge (Pinter & Brainin, 2012; Sánchez-Sánchez et al., 2014). Therefore, stroke rehabilitation presents a challenge for research and for the use of evidence-based practice.

The need to create PT protocols that allow tailoring treatment to specific characteristics of each subject has been argued, facilitating an understanding of the effect of clearly described techniques. Thus, we hypothesized that the application of a PT intervention protocol based on clinical and functional criteria together with specific techniques of stimulation of the sole of the paretic foot, dissociation of movement and balance training could improve functional recovery in elderly subjects with hemiplegia post-stroke in the acute and subacute phases.

The aim of this PhD thesis was to study the effect of a PT intervention protocol based on clinical and functional criteria together with specific techniques of stimulation of the sole of the paretic foot, dissociation of movement and balance training in functional recovery in elderly subjects with hemiplegia post-stroke in the acute and subacute phases.

## **Methods**

### *Participants*

All subjects who had suffered a stroke and been admitted to Hospital Universitari i Politècnic La Fe of Valencia (Spain) were consecutively screened for eligibility in two recruitment periods: from September 2011 to August 2012, and from January to July 2013. Inclusion criteria were: (1) a single stroke episode with residual hemiplegia or hemiparesis (regardless of the aetiology and the hemiplegic side); (2) 55 years or older; (3) candidate to begin a rehabilitation program; (4) capacity to walk before suffering the stroke; (5) ability to understand and follow simple verbal instructions; and (6) hemodynamically stable within the first week after a stroke. Exclusion criteria included: (1) poor vital prognosis; and (2) pathologies or disorders hampering the development of the study (e.g., blindness, prosthetics, sensory disorders, severe cognitive impairment, etc.). A convenience sample of 30 stroke survivors was recruited.

### *Study design*

A prospective, randomized, controlled, double-blind trial was carried out. The study was conducted according to the Declaration of Helsinki for human experiments. Approval was obtained from the Hospital's Ethical Committee (WMA, 2013). All participants, and when possible their families, were informed about the aim and procedures of the study. Written informed consent was signed by each subject. However, if the subject could not sign post-stroke, a relative or his/her primary caregiver signed it on their behalf. Similarly, all images displayed in this PhD thesis are reproduced with oral and written consent of the participant. This trial was registered at the database of the U.S. National Institutes of Health (NCT02250040).

A computer generated random-number table was used for allocation. The researchers who determined if a subject was eligible for inclusion in the trial

were unaware as to which group the subject would be allocated when this decision was being made. Control and target groups were treated with conventional PT for stroke, but specific techniques were added to the treatment of the target group depending on the subjects' functional level. Hospital of Sagunto (HS) Functional Classifications were used to determine the functional level of each participant (García et al., 2010; Iñigo Huarte, 2012; Viosca et al., 2005a; Viosca et al., 2005b).

Assessors were unaware as to which group the subjects had been assigned. Moreover, the study participants were also unaware of the treatment group to which they belonged. All were treated by the same physiotherapist and the base protocol was the same in both treatment groups.

#### *Interventions*

Both groups of participants underwent a conventional PT protocol based on clinical and functional criteria. As recommended by the literature, this base protocol consisted of techniques from various neurological PT approaches (Pollock et al., 2014). Techniques were adapted depending on the subjects' functional level. Moreover, specific techniques aiming to strengthen sensitivity, movement dissociation and balance, were added to the target group also depending on their functional level.

Participants were given PT five days a week as long as they were hospitalized. PT sessions lasted 30 minutes until the subject was hemodynamically stable and then 90 minutes thereafter. After discharge, the subjects undertook a 90 minutes session of outpatient PT three times a week. The duration of PT sessions was the same in both groups as more techniques related to the recovery of the paretic upper limb functionality were added to the control group. Subjects were free to stop at any time if they felt fatigued. The rest time was not computed in the duration of the PT sessions. PT treatment continued for as long as it was needed,

rather than for a standardized length of time, because of the varying needs of subjects and to reflect normal hospital practice.

*Assessment protocol*

Participant assessments were conducted by clinical tests and scales, along with biomechanical appraisals. They were made by two physiotherapists who were trained to perform the measurements and to handle the system used in the biomechanical assessment. Intrinsic Motivation Inventory (IMI) was used to discard differences in the results of the biomechanical tests due to participant motivation (McAuley, Duncan & Tammen, 1989). Each physiotherapist assessed subjects independently of their treatment group and the same assessor tested the same participant each time.

Balance was assessed by the Berg Balance Scale (BBS) (Martínez-López et al., 2014). Postural stability during standing was quantified by posturography, which was performed on the force plate Dinascan/IBV using the NedSVE®/IBV system developed by the Biomechanics Institute of Valencia (Baydal-Bertomeu et al., 2010). Participants were asked to seek the position of greatest stability whilst standing barefoot with their arms relaxed by their side, and feet positioned so that the heels were touching and the toes were diverging at an angle of 30°. Postural stability was measured under various static conditions with increasing difficulty (sensory analysis): 1) Romberg with open eyes (ROE); 2) Romberg with closed eyes (RCE); 3) Romberg on a foam mattress with open eyes (RFO); and finally, 4) Romberg on a foam mattress with closed eyes (RFC). Moreover, the test of limits of stability (LOS) was conducted. In the LOS test, subjects were asked to maintain their previous position, and afterward, they had to look at a computer monitor placed in front of them at eye level. Without altering their base of support, the participants had to move a cursor which reflected the position of their center of gravity towards eight targets located in their

theoretical LOS at intervals of 45° (front, front-right, right, rear-right, rear, rear-left, left and front left). The subjects were given eight seconds to move their center of gravity to each target and had to remain there as long as possible. The distance at which each of them appeared depended on the age and height of the subject.

Functional Ambulation Classification of Massachusetts General Hospital (FAC) and Functional Ambulation Classification of the Hospital of Sagunto (FACHS) were used to assess gait activity (van Bloemendaal, van de Water & van de Port, 2012). Kinetic patterns during the stance phase of walking were assessed by the NedSVE/IBVv4 system (Vivas Broseta, 2014). The force plate was embedded in a 3.5 m long corridor and participants were asked to walk at their most comfortable pace. To ensure habitual foot contact pattern, the participants were asked to walk with their attention focused on the far wall. In addition, positive feedback was given even when the foot contacted outside of the force plate. The test was repeated several times until at least three proper foot contact patterns were attained from each foot. Moreover, the registered data did not differ in gait speed beyond 10%. Subjects performed the test with comfortable shoes with laces or velcro fastening. To perform the test, subjects had to be able to walk without technical aids. For each foot contact, three-dimensional ground reaction forces (GRF) normalized by the weight of the subject were obtained. Furthermore, gait speed and support time were collected.

Independence in activities of daily living (ADL) was assessed by the Barthel Index (BI) (Quinn, Langhorne & Stott, 2011) and physical mobility by the Timed Up and Go test (TUG) (Bohannon, 2006). The Manual Muscle Test (MMT) was used to measure the strength of the paretic lower limb (Caetano Martins et al., 2015). In this PhD thesis, the strength of the iliopsoas, quadriceps and tibialis anterior muscles were tested. The participant first performed the movement on the non-

paretic side and afterward with the paretic limb to facilitate the understanding of the movement. Moreover, this procedure allowed the assessor to compare the strength of both lower limbs. Regarding muscle tone, sural triceps, quadriceps and iliopsoas of the affected lower extremity were assessed by the Modified Ashworth Scale (MAS) (Li, Wu & Li, 2014).

Subjects were assessed in eight different phases: Ph1, when hemodynamic stability was achieved; Ph2, in the accomplishment of the free standing position; Ph3, at the start of PT in the rehabilitation ward (between two and thirteen days after hemodynamic stability;  $M \pm SD = 5.25 \pm 3.2$ ); Ph4, a month after the start of PT in the rehabilitation ward; Ph5, three months post-stroke; Ph6, four months post-stroke; Ph7, five months post-stroke; and Ph8, six months post-stroke.

#### *Statistical analysis*

The data analysis was conducted using SPSS v. 22 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA- licensed from the University of Valencia) and the free software R (R Development Core Team, 2011).

Differences in categorical data were analyzed by the Fisher exact or Wald's chi-square tests as appropriate. Depending on the type of distribution (assessed by the Shapiro-Wilk test), either the Student's t-test or the Mann Whitney U test was used to compare the baseline characteristics of the target and control groups.

Afterward, inferential statistics were used to test for statistically significant effects among the variables in the study. Effects of treatment on ordinal variables (FAC, FACHS, MMT and MAS) were examined by multinomial logistic regression. Quantitative variables (BBS, BI and TUG) were analyzed by a mixed-model 2 x 4 analysis of variance (ANOVA), with group (target group versus control group) as the between-subjects factor and time as the within-subjects factor. Concerning the time factor, it should be noted that in the case of the BBS and BI variables,

time points Ph1, Ph3, Ph5 and Ph8 were selected because they are the typical periods used in most randomized controlled trials (Teasell et al, 2014). For the TUG variable, the considered time points were from Ph5 to Ph8, both inclusive, because previously to these phases a great amount of participants were not able to perform the test. Separate ANOVAs were performed with the BBS, the BI and the TUG as the dependent variable. For each ANOVA, the hypothesis of interest was the 2-way interaction (group by time). If significant interaction or main effects were noted, appropriate post-hoc analysis was carried out.

The estimation of the Box's Test for equivalence of covariance matrices was not possible in the variables of gait speed, support time and symmetry index (SI). Therefore, these variables were compared, in Ph4 and in Ph8, by the Student's t-test or the Mann Whitney U test as appropriate. The SI variable was determined following the formula,  $SI = \frac{|X_r - X_l|}{0.5 \cdot (X_r + X_l)} \cdot 100$  where  $X_r$  and  $X_l$  indicates support time values in the right and left lower limbs, respectively. SI values equal to 0 indicate complete symmetry (Błażkiewicz, Wiszomirska & Wit, 2014). Moreover, the paired t-test or Wilcoxon signed-rank test were used, as appropriate, in the within-group analyses of these variables.

Functional Principal Component Analysis (FPCA) was employed to determine the effect of the proposed PT intervention protocol on the parameters of the biomechanical assessment because it is very suitable for the analysis of the recovery dynamics in subjects after a stroke (Sánchez-Sánchez et al., 2014). Regarding the kinetics of gait, FPCA was performed following the methodology described by Ramsay and Silverman (2006) because there were no missing data (when the foot contact was achieved all the observations required for the analysis were obtained). This procedure allows any function to be represented as a linear combination of a set of curves statistically extracted from the sample

according to equation (1), where  $\mu(t)$  is the mean curve,  $\xi_i(t)$  the Functional Principal Components (FPCs),  $\epsilon(t)$  the error and  $c_i$  the scores of each FPC.

$$y(t)=\mu(t) + \sum_{i=1}^N c_i \cdot \xi_i(t) + \epsilon(t) \quad (1)$$

Once the FPCA is implemented, each of the force curves of the study (the verticals, anteroposteriors as well as mediolaterals) could be explained by an average curve, a set of FPCs and their corresponding scores. As numerical variables, after checking the assumption of homogeneity of variances with the Levene Test, the differences between groups in these scores were analyzed by ANOVA. In the analysis, the group and time were considered as factors and walking speed as a covariate. When significant differences ( $p<.05$ ) were obtained, the marginal means of the scores per group were retained. Finally, the recovery curves were reconstructed from these means. These curves allowed for an easier interpretation of the differences found between groups to be made, referred to as Marginal Mean Curves.

Regarding the clinical tests (BI, BBS, TUG, FAC, FACHS, MMT, MAS, IMI) and the parameters of posturography (sensory analysis and LOS test), as some values were missed (due to participants' failure to attend some of the assessment sessions), an alternative technique for obtaining the FPCs was developed. When missing values exist, obtaining functional data implies extrapolation. For this reason, data from these participants are commonly not taken into consideration to extract the FPCs. In order to avoid this problem, in this PhD thesis, the FPCs were calculated without having to adjust the measurements of each participant to a function, assuming the hypothesis that the evolution of each of the analyzed variables behaves as a continuous function (i.e., the scores obtained in nearby periods of time, as on consecutive days, would be very similar). Thus, the calculation of FPCs was performed by optimization using Sequential Least Squares Programming (Belda-Lois & Sánchez-Sánchez, 2015). The parameter



used to optimize was the minimization of the residual variance after the adjustment, which is equivalent to obtaining the FPCs that best explain the variance of the sample (i.e., the final objective of FPCs analysis). After the extraction of the FPCs, the scores corresponding to each FPC for each subject were obtained. As numerical variables, these scores were treated with traditional statistical analysis. Afterward, ANOVA or the Mann Whitney U test, as appropriate, was used to analyze the differences per group (target or control) in every score. When significant differences ( $p < .05$ ) were obtained, the marginal means (in the ANOVA) or the means (in the Mann Whitney U test) of the scores per group were retained. Finally, to interpret the results, the Marginal Mean Curves were reconstructed in those scores that showed statistically significant differences ( $p < .05$ ).

The inter-rater reliability was tested using the intra-class correlation coefficient (ICC). ICC(1.1) was calculated (Weir, 2005). ICC values can range from 0 to 1, where 0 indicates an absence of agreement and 1 an absolute match or reliability of the results.

Effect size was measured with the product-moment correlation coefficient. It was considered as being a small ( $r = .10$ ), medium ( $r = .30$ ) or large effect size ( $r = .50$ ) (Cohen, 1988; Cohen, 1992).

Significance was set at  $p < .05$ . Comparisons were considered statistically significant when  $p < .05$ .

## **Results**

During the recruitment periods, a total of 63 people suffered a stroke and were screened. 30 met the study criteria and were randomized (target group,  $n=15$ ; control group,  $n=15$ ). Due to different reasons such as recurrent stroke ( $n=3$ ), discharge to a nursing home ( $n=5$ ), death from cancer ( $n=1$ ) and a fall at home ( $n=1$ ), only 20 participants (60% men), aged between 55 and 88 years ( $73.20 \pm$

8.77), completed the study (target group, n=10; control group, n=10). Thus, of the 30 included subjects, five subjects in the target group and five in the control group were excluded from the analysis. Baseline data comparisons resulted in no significant between-group differences.

Regarding the effect of the proposed PT intervention protocol, the results of the mixed-model ANOVA revealed that the main effects of time were statistically significant for the BBS ( $F(3)=294.684$ ;  $p<.001$ ;  $r=.98$ ). However, group-by-time interaction and the main effects of group failed to reach statistical significance ( $p>.05$ ). Therefore, balance assessed by BBS significantly improved over time for all the participants regardless of the treatment group (target or control). Moreover, the results of post-hoc analysis showed that only the target group significantly improved its balance between month three and month six post-stroke ( $p<.001$ ).

Similarly to BBS, the results of multinomial logistic regression indicated that the main effects of time were statistically significant for FAC ( $p<.001$ ) and FACHS ( $p<.001$ ). However, group-by-time interaction and the main effects of group failed to reach statistical significance for both variables. Thus, gait activity assessed by FAC and FACHS significantly improved over time for all participants regardless of the treatment group (target or control).

The data obtained by clinical tests (FAC, FACHS, MMT, MAS, BBS, BI and TUG) were also statistically analyzed by FPCA. However, no clinical relevance results were observed.

The parameters obtained in the sensory analysis of posturography were analyzed by FPCA. Four FPCs explained more than 70% of the variance in all parameters of sensory analysis. It is noteworthy that the parameter that revealed statistically significant differences between groups in all tests was center of pressure (COP) velocity. Thus, statistically significant differences were found in COP velocity

scores 2 ( $F(1) = 4.650, p = .047; r = .48$ ) and 3 ( $U = 14.000, p = .007; r = -.61$ ) in ROE, score 3 ( $F(1) = 5.104, p = .038; r = .49$ ) in RCE, and score 2 ( $F(1) = 6.971, p = .019; r = .58$ ) in RFO.

Similarly, statistically significant differences between groups in the scores of anteroposterior (AP) and mediolateral (ML) displacements of the COP were also repeated between tests, giving consistency to the results. Thus, scores 2 ( $U = 19.000; p = .019; r = -.52$ ) and 3 ( $F(1) = 6.203; p = .024; r = .53$ ) of AP displacement of the COP in ROE showed statistically significant differences between groups. Moreover, scores 3 ( $U = 16.000, p = .010; r = -.58$ ) and 2 ( $U = 17.000, p = .041; r = -.48$ ) of ML displacement of the COP in ROE and RFO, respectively, also presented statistically significant differences.

Marginal Mean Curves were reconstructed and allowed for the interpretation of the results of the FPCA. The target group showed a greater statistically significant reduction than the control group, which persisted over time, of COP velocity in ROE, RCE and RFO. Moreover, the target group presented a greater statistically significant curtailment than the control group, which persisted over time (up to six months post-stroke), of COP displacement in AP and ML axes in ROE. Regarding the statistically significant differences between groups in score 2 of ML displacement of the COP in RFO, the control group appeared to reduce the ML displacement more markedly during the first month post-stroke; however, between the second and third months, both groups had a similar evolution of this parameter which remained constant over time. Therefore, additional PT techniques added to the target group caused a better postural stability recovery dynamic.

On the other hand, the parameters acquired in the dynamic test of LOS were also analyzed by FPCA. In general, four FPCs explained more than 80% of the variance in all parameters of LOS, except in the directional control of the front-right LOS

in which the four CPFs explained 69.3% of the variance. Score 3 of the parameter of directional control in the right ( $F(1) = 5.119$ ,  $p = .039$ ;  $r = .50$ ) and left ( $U = 20.000$ ;  $p = .041$ ;  $r = -.47$ ) LOS and in the average of LOS ( $F(1) = 5.267$ ;  $p = .036$ ;  $r = .50$ ) showed statistically significant differences between groups. Likewise, score 4 of the valuation index of the rear LOS also showed statistically significant differences between treatment groups ( $F(1) = 9.662$ ,  $p = .007$ ;  $r = .63$ ). As for the sensory analysis variables, Marginal Mean Curves allowed the interpretation of the results of the FPCA. In detail, the recovery dynamic of the target group exhibited a greater improvement in the linearity of the COP trajectory in the average of LOS in the subacute phase post-stroke. Meanwhile, the control group reached its maximum improvement at 105 days post-stroke. Regarding right LOS, although a greater variability was observed in the target group than the control group, the recovery pattern in the former showed better linearity of the COP trajectory in the final assessment period compared to the latter. Furthermore, even though both treatment groups presented some variability in the recovery pattern of the left LOS, the improvement in the linearity of the trajectory to the left was extended in time in the target group more than in the control group. Finally, the target group presented a better recovery dynamic of the rear LOS. In fact, although the valuation index of the rear LOS improved in both treatment groups during the subacute phase post-stroke, the Marginal Mean Curves showed a significant improvement in the target group compared to the control group.

With regard to the kinetic pattern during the stance phase of walking, kinetic data of 131 foot contacts from 19 participants of the study were analyzed. Of these foot contacts, 60 were from the control group (45.8%) and 71 from the target group (54.2%). Moreover, of the total, 65 foot contacts were performed with the paretic side (49.6%) and 66 with the non-paretic side (50.4%). Before

Ph4, no records were performed since the study subjects were not able to perform the test.

In the statistical analysis of the gait speed and support time variables, the initial and final temporal moments (Ph4 and Ph8) were considered. On average, at six months post-stroke, the target group exhibited greater gait speed ( $M = .83 \pm .17$ ) than the control group ( $M = .58 \pm .17$ ,  $t(10) = -2.511$ ,  $p = .031$ ,  $r = .62$ ). However, the intragroup analysis of gait speed revealed no statistically significant improvement in any group over time ( $p > .05$ ). Similarly, on average, the target group exhibited better SI ( $M = 4.98 \pm 4.59$ ) than the control group ( $M = 12.47 \pm 2.40$ ,  $t(10) = 3.019$ ,  $p = .013$ ,  $r = .69$ ) at six months post-stroke and the intragroup analysis of SI revealed no statistically significant differences in any group over time ( $p > .05$ ).

GRF were analyzed by FPCA. Four FPCs explained more than 85% of the variance, specifically, 89.95% of the variance in the vertical forces ( $F_z$ ), 85.22% in the anteroposterior forces ( $F_x$ ) and 86.94% in the mediolateral forces ( $F_y$ ). It should be noted that statistically significant differences were observed in the main effects of group in score 4 ( $F(1) = 9.019$ ,  $p = .004$ ;  $r = .39$ ) of  $F_z$  of the paretic foot contacts and score 1 of  $F_y$  in the non-paretic foot contacts ( $F(1) = 4.654$ ;  $p = .035$ ;  $r = .28$ ). In addition, group-by-time interaction reached statistical significance in score 1 of  $F_z$  ( $F(4) = 3.414$ ;  $p = .015$ ;  $r = .24$ ) of the paretic foot contacts. After post-hoc analysis, differences were determined between groups in Ph4 ( $p = .039$ ) and Ph5 ( $p = .039$ ). Marginal Mean Curves showed that the target group had more symmetry in the two characteristic peaks of the  $F_z$  curve in the foot contacts made with the paretic lower extremity. Moreover, the target group showed greater gait recovery than the control group during the subacute phase post-stroke.

Is important to indicate that differences in the results of the biomechanical tests were not due to participant motivation because statistically significant differences were not found between groups in the IMI variable.

In relation to independence in ADL, the results of the mixed-model ANOVA revealed that the main effects of time were statistically significant for BI ( $F(3) = 127.644$ ;  $p < .001$ ;  $r = .86$ ). However, group-by-time interaction and the main effects of group failed to reach statistical significance ( $p > .05$ ). Therefore, independence in ADL assessed by BI significantly improved over time in all the participants regardless of treatment group (target or control). Moreover, the results of post-hoc analysis showed that only the target group improved its balance significantly between three and six months post-stroke ( $p = .047$ ).

Furthermore, in the physical mobility variable assessed by TUG, group-by-time interaction reached statistical significance ( $F(3) = 4.703$ ;  $p = .006$ ;  $r = .32$ ). In pairwise comparisons, it was observed that the target group experienced a statistically significant decrease in execution time of TUG after PT, unlike the control group.

Although group-by-time interaction and the main effects of group failed to reach statistical significance in MMT, the main effects of time were statistically significant. Thus, the strength of the paretic muscles significantly increased in all the participants regardless of the treatment group (iliopsoas:  $p = .001$ ; quadriceps:  $p < .001$ ; and tibialis anterior:  $p < .001$ ). Moreover, an increase in tone in the paretic lower extremity was not observed (iliopsoas:  $p = 1.000$ ; quadriceps:  $p = .997$ ; sural triceps:  $p = .863$ ).

Finally, the ICC results showed excellent reliability between the two raters in all the assessments tests. Thus, in the biomechanical appraisal, the ICC in the COP displacement in the AP axis was 1.000 for ROE, RCE and RFO tests. The ICC in the COP displacement in the ML axis was 0.973 in ROE, 0.985 in RCE and 0.986 in RFO

tests. Similarly, an ICC of 1.000 was obtained in the COP velocity parameter in the ROE test and was found to be 0.982 and 0.947, respectively, in the RCE and RFO tests. Analogous results were obtained for the LOS test. Moreover, in the clinical scales and kinetic data, the ICC was always higher than 0.7 (e.g., BBS: ICC=1.000; BI: ICC= .977; FAC: ICC=1.000; TUG: ICC=1.000; gait speed: ICC=.705; SI: ICC=.936; Fy1: ICC=.862; Fz1: ICC=.864; Fz4: ICC=.978).

### **Discussion**

The present PhD thesis aimed to study the effect of a PT intervention protocol based on clinical and functional criteria together with specific techniques of stimulation of the sole of the paretic foot, dissociation of movement and balance training in functional recovery in elderly people with hemiplegia post-stroke in the acute and subacute phases. Our results showed a post-treatment improvement of balance, gait activity, independence in ADL and muscle strength of the paretic lower limb without exacerbating its hypertonia. Compared to the base protocol, the techniques added in the target group increased the postural stability in standing, physical mobility, gait speed, SI and kinetic pattern during the stance phase of gait.

Elderly people, as a population group highly predisposed to suffering stroke, were specifically chosen for this PhD thesis. There are few studies that have exclusively investigated the elderly in this area (Ambronisi et al., 2016; Holmgren et al., 2010). Therefore, the development of a specific protocol of PT that considers their characteristics could be of great interest in clinical PT (Pinter & Brainin, 2012).

In addition, as recently recommended (Pollock et al., 2014), we have established a PT protocol using a mix of components from different approaches. By using the HS Functional Classifications, we have standardized the functional level of each participant and determined a clear progression of the specific techniques

employed. To our knowledge, this is the first study that uses this methodology to set the intervention of a therapeutic program in acute and subacute stroke cases. This procedure could be a solution to one major gap in neurologic PT: knowing the effect of clearly described individual techniques rather than the effect of treatment approaches (Pollock et al., 2014).

Moreover, the inclusion of clinical and functional criteria to develop adapted PT interventions for stroke survivors could optimize a PT protocol in acute and subacute phases. Outcomes of balance and independence in ADL were better in participants of this PhD thesis (control and target groups) than in subjects of other studies who also performed a PT program in the acute and/or subacute phases of stroke. On average, our target group and control group improved their BBS scores by 36.7 and 33.5 points, respectively, while the intervention group of Langhammer et al. (2009) improved by 14.4 points for a similar dose PT program based on functional task-oriented training. Likewise, our participants improved their BBS scores much more, on average, than those studied by Galvin et al. (2011) and Saeys et al. (2012). Similarly, regarding independence in ADL, on average, our target group and control group gained 40 and 38 points in BI scores respectively, while the experimental group of Galvin et al. (2011), which received conventional physiotherapy and Family-Mediated Exercise Intervention, improved by 32.3 points.

In this study, significant improvements of balance, gait activity, independence in ADL and muscle strength of the paretic lower limb were observed in both groups at post-treatment. Nevertheless, participants in the target group did not improve these variables significantly more than those in the control group. As participants cannot be deprived of a treatment area that is known to be relevant to their recovery (Hebert et al., 2016), the base protocol included techniques focused on all of these capacities and the differences between protocols were minimal.



However, the post-hoc analysis showed that only the target group improved BBS significantly from the third to sixth month post-stroke. Thus, extra balance techniques employed in the target group from the third month post-stroke could be more advantageous in the recovery of BBS than extra upper-extremity functional techniques, according to Hammer, Nilsagård and Wallquist (2008).

The specific techniques of stimulation of the sole of the paretic foot, dissociation of movement and balance training added in the target group should be included in the PT treatment in elderly people with hemiplegia post-stroke because they increased the postural stability in standing, the physical mobility, gait speed, SI and kinetic pattern during the stance phase of gait. The employment of more sensitive assessment methods such as a force plate rather than tests and clinical scales could have helped in the observation of these differences between the groups (Baydal-Bertomeu et al., 2010; von Schroeder et al., 1995). Moreover, FPCA, that deals with participants' patterns of recovery and not with specific values at determined temporal assessments, provided us with a useful approach to establish differences between both PT protocols, as reported previously (Sánchez-Sánchez et al., 2014).

Static and dynamic imbalance in the frontal plane is a specific postural consequence of stroke and may be closely related to the difficulty in transferring weight during walking (Dault et al., 2003; Raja, Neptune & Kautz, 2012). The results obtained by posturography showed a greater and more lasting reduction in the maximum COP displacement in the ML axis and better linearity of the COP trajectory in the frontal plane of LOS in the target group compared to the control group. Thus, the extra physiotherapy techniques added to the target group facilitated recovery of postural stability in the standing position post-stroke. Moreover, in that sense, these techniques seem to be related to the better Fy

recovery in the non-paretic foot contacts during the stance phase of walking in the target group.

The vertical forces (Fz) provide information about the quality of gait (Brouwer, Parvataneni & Olney, 2009). Our results showed that the target group had more symmetry in the two characteristic peaks of the Fz curve in the foot contacts made with the paretic lower extremity. Therefore, extra reinforcement techniques of balance have a significant effect not only on improving the BBS variable, but also in the recovery of the morphology of the Fz curves. Similarly, other authors associate the function of balance with walking (Vivas Broseta, 2014; von Schroeder et al., 1995).

It should be noted that, unlike the control group, from the beginning, the target group reaches an average gait speed that allows mobility in the community (Cooke et al, 2010; Dobkin et al, 2010) and holds it up to six months post-stroke. Therefore, the extra techniques added in the target group facilitate a better recovery of gait speed. This could be because there is a strong relationship between speed and dynamic balance in people with sequelae of first stroke in the acute phase of rehabilitation (Kollen, Kwakkel & Lindeman, 2006b; Obembe, Olaogun & Adedoyin, 2014).

Regarding support time, unlike other authors (Vivas Broseta, 2014; von Schroeder et al., 1995), in the present study no statistically significant differences were observed between the support time of the paretic and non-paretic lower limbs in either of the two treatment groups, in any phase of evaluation. The observed SI in both treatment groups in this PhD thesis were better, on average, than the SI acquired by subjects in other studies (Cooke et al., 2010; Yang et al., 2005). Moreover, a significant improvement in SI in the target group, compared to the control group, was detected at six months post-stroke. Hollands et al. (2012) refer to a greater step symmetry in participants' gait after having trained

their balance. Thus, this difference between groups may be due to extra balance training techniques included in the target group, which are particularly demanding during the last period of intervention.

Finally, a significant improvement in physical mobility was obtained in the target group compared to the control. Subjects may have little dissociation of head, trunk and lower limbs post-stroke, losing cranio-caudal normal sequence employed to turn when walking. Thus, reactive balance training (standing on an unstable table) along with the work of dissociation of the movements of the head relative to the trunk with the eyes closed and feet together, may have facilitated the subcomponent of rotation of the TUG in the target group as indicated by Bonnyaud et al. (2016). Other authors also correlate the percentage of monopodal support time through the subcomponent of rotation of TUG (Bonnyaud et al., 2015). In that sense, training the monopodal support on the paretic lower limb was used in the target group.

Some limitations were identified in this study, such as the small sample size. Since this was a pilot study, a convenience sample of 30 participants could prevent us from generalizing the results. Besides, the inclusion and exclusion criteria were incompatible with quite frequent comorbidities in the elderly such as blindness, joint prosthesis, severe alteration of sensitivity and severe cognitive impairment. Moreover, subjects discharged to nursing homes were lost to follow up and were not taken into account in the statistical analysis. Therefore, the generalizability of the results of this PhD thesis with regard to the whole elderly population is difficult because the subjects participating in this study represent a population group of elderly people with mild or moderate sequelae post-stroke, without significant comorbidity and with family support. Finally, it is noted that people post-stroke show a reduction in the performance of one or both tasks when performing motor and cognitive tasks simultaneously (cognitive-motor

interference) (Subramaniam, Wan-Ying Hui-Chan & Bhatt, 2014). However, although in this study subjects with severe cognitive impairment were excluded, the cognitive impairment of participants was not evaluated. It is likely that the randomized study design had homogenized this variable in both groups, though this particular aspect has not been controlled.

Future research should continue this line of inquiry so that it could determine the effects of the proposed protocol in a sample of people over 55 years with a degree of severe severity. Moreover, it is also recommended including a third group of subjects that combines extra treatment techniques added to the target group with double cognitive task training. The implementation of this protocol together with telerehabilitation would be interesting in order to allow both an early discharge with professional support at home and the adherence of people in chronic phase post-stroke with active and healthy lifestyles. Determining a similar protocol aiming at functional recovery of the upper extremity could also be of great clinical relevance.

To conclude, a PT intervention protocol based on clinical and functional criteria together with specific techniques of stimulation of the sole of the paretic foot, dissociation of movement and balance training significantly improves balance, gait activity, independence in ADL and muscle strength of the paretic lower limb without exacerbating its hypertonia in elderly people with hemiplegia post-stroke in acute and subacute phases. Moreover, compared to the base protocol, the addition of these specific techniques also produces a significant gain in postural stability in standing, physical mobility, gait speed, SI and kinetic pattern during the stance phase of gait.



# INTRODUCCIÓN

---



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Origen de esta tesis doctoral

Diversos acontecimientos han hecho posible que esta tesis doctoral se lleve a cabo:

- La adaptación, en España, de los estudios universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y con ello, la transformación de la Diplomatura en fisioterapia a Grado, lo que brinda la oportunidad de poder realizar una línea de investigación doctoral específica en este campo, antes impensable en nuestro país.
- La realización del Màster en Fisioteràpia dels Processos d'Envelliment: Estratègies Sociosanitàries. Postgrado que curso en su primera edición (2007-2009) y que, gracias a la tesis de máster me permite conocer a la Dra. Celedonia Igual Camacho quien, como tutora, me inicia en un área de gran interés y motivación para mí, la investigación en fisioterapia neurológica en las personas mayores. Interés que continúa con el planteamiento del diseño de la presente tesis doctoral que, por su temática, tiene cabida en el Programa de Doctorat en Processos d'Envelliment: Estratègies Sociosanitàries de la Universitat de València.
- La suerte de coincidir con el Dr. Enrique Viosca Herrero en mi trayectoria profesional como fisioterapeuta en el Hospital de Sagunto en el año 2008. Su ayuda facilita desarrollar el diseño de la tesis de máster y mejorar dicha línea de investigación en la presente tesis doctoral. Asimismo, me brinda la oportunidad de participar en el proyecto europeo BETTER (Brain-Neural Computer Interaction for Evaluation and Testing of Physical Therapies in Stroke Rehabilitation of Gait Disorders



FP7-ICT-2009-247935) al presentarme al Dr. Juan Manuel Belda Lois, responsable de las fases de determinación de necesidades de usuarios y validación de las propuestas terapéuticas en el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), lo que impulsa el inicio de la parte experimental del presente estudio.

Sin embargo, el origen de la misma es anterior. Mi interés por la fisioterapia neurológica se inicia al poco de terminar la Diplomatura y trabajar en la Asociación de Daño Cerebral Adquirido de Valencia, donde conozco a fondo la problemática de estas personas y sus familias y tengo la suerte de trabajar en un equipo multidisciplinar. Allí surgen numerosas cuestiones sin resolver, la falta de respuestas y la realización del Máster poco a poco permite adentrarme en el mundo de las bases de datos científicas y ser consciente de la importancia de la fisioterapia basada en la evidencia.

Posteriormente, una variada experiencia profesional (Hospital Valencia al Mar, Hospital de Sagunto, Hospital Dr. Moliner, Hospital Arnau de Vilanova, etc.) por un lado, me da la oportunidad de aprender de la experiencia de los compañeros y por otro, detectar que existe una carencia en la práctica clínica, así como en la literatura científica, sobre qué técnicas fisioterápicas son más útiles en la recuperación de la persona que ha sufrido un ictus. Asimismo, se evidencia una falta de protocolos de fisioterapia neurológica en el ámbito hospitalario y de especificidad en el tratamiento fisioterápico de las personas mayores que padecen un ictus, a pesar de ser la edad el factor de riesgo más importante para padecerlo. De lo expuesto anteriormente, cabe deducir que se trata de una iniciativa de gran interés ya que es un proyecto innovador que se centra en trasladar a la práctica clínica la fisioterapia basada en la evidencia con el objetivo de resolver un problema importante en las personas mayores. Por tanto, espero que este estudio sirva para mejorar la funcionalidad y la calidad de vida de las

personas mayores que sufren un ictus y dotar a los fisioterapeutas de un protocolo de tratamiento para la recuperación del equilibrio y la marcha tras ictus.

## **1.2. Ictus**

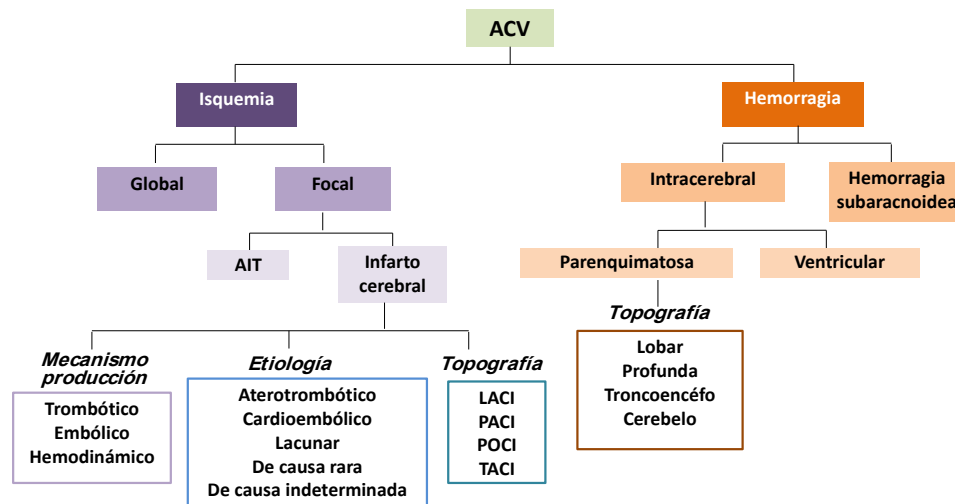
### **1.2.1. Concepto**

El término ictus es sinónimo de accidente cerebrovascular (ACV) y, según la OMS (OMS), designa “signos clínicos de desarrollo rápido de una perturbación focal de la función cerebral de origen presumiblemente vascular y de más de 24 horas de duración” (Díaz-Guzmán y cols., 2012; Veerbeek y cols., 2014). En esta definición, puramente clínica, se incluyen la mayoría de los casos de infarto cerebral, hemorragia cerebral y hemorragia subaracnoidea, pero se excluyen aquellos casos en los que la recuperación se produce dentro de las 24 horas. Estos últimos se denominan ataques isquémicos transitorios (AIT) y se consideran precursores del ictus completo (Harwood, Huwez & Good, 2011).

Existen diversos tipos de ictus según la naturaleza de la lesión producida (Figura 1) y se emplean numerosos términos para describirlo en función del perfil evolutivo, las características de la neuroimagen, la naturaleza, el tamaño y topografía de la lesión, el mecanismo de producción y la etiología (Arboix, 2006).

El ictus isquémico se produce con mayor frecuencia que el hemorrágico y, si se comparan los dos subtipos de ictus hemorrágico, la hemorragia intracerebral es más común que la subaracnoidea (Arias-Rivas, Vivancos-Mora & Castillo, 2012). Por otro lado, la incidencia del AIT es menor que la del ictus isquémico pero mayor que la del hemorrágico (Zhang y cols., 2012). De este modo, la causa más frecuente de ictus es la obstrucción de una de las principales arterias cerebrales (media, anterior y posterior, en orden de frecuencia) o de sus pequeñas ramas

perforantes que irrigan las zonas más profundas del cerebro. Los ictus troncoencefálicos, derivados de la alteración de las arterias vertebrales o de la basilar, son menos comunes. Aproximadamente, un 80% de los ictus son debidos a oclusión por un ateroma en la propia arteria o bien como consecuencia de émbolos (pequeños coágulos sanguíneos) desprendidos del corazón o de los vasos cervicales (Stokes, 2006). Generalmente, la persona no pierde la conciencia pero puede referir cefalea y síntomas de hemiparesia y/o disfasia de rápido desarrollo (Savitz, 2007).



**Figura 1.** Clasificación del ictus según su naturaleza (Modificada de Enfermedades Cerebrovasculares, Martínez-Vila y cols., 2011). ACV, accidente cerebrovascular; AIT, ataque isquémico transitorio; LACI, infarto lacunar (lacunar infarction); PACI, infarto parcial de la circulación anterior (partial anterior circulation infarction); POCI, infarto de la circulación posterior (posterior circulation infarction), TACI, infarto completo de la circulación anterior (total anterior circulation infarction).

Como ya se ha indicado, el ictus también puede ser causado por hemorragia en las zonas profundas del cerebro (9% de los casos). En este caso, la persona suele ser hipertensa, proceso que conduce a un tipo particular de degeneración en las pequeñas arterias penetrantes cerebrales conocida como lipohialinosis. Las

paredes arteriales se debilitan como resultado del desarrollo de pequeñas herniaciones o microaneurismas. Estos pueden romperse y el hematoma resultante puede extenderse a través de los planos de disección de la sustancia blanca formando una lesión con efecto de masa. Si la ruptura se produce en el interior del sistema ventricular, en general, es rápidamente mortal. El comienzo suele ser con cefalea intensa, vómitos y, en cerca del 50% de los casos, pérdida de conciencia. La autorregulación vascular normal se pierde en la vecindad del hematoma y la presión intracraneal aumenta abruptamente debido al efecto masa. Si la persona sobrevive al ictus inicial pueden existir signos hemipléjicos y hemisensitivos severos, así como un defecto homónimo del campo visual (Savitz, 2007). Algunos jóvenes normotensos sufren hematomas intracerebrales espontáneos secundarios a un defecto congénito de los vasos sanguíneos.

**Tabla 1.** Características clínicas del ictus isquémico según la clasificación Oxfordshire Community Stroke Project (Bamford y cols., 1991). Adaptado de Matías-Guiu Guía (2009) y Harwood y cols. (2011).

TACI	PACI	LACI	POCI
Alteración de funciones corticales: afasia, discalculia, alteraciones visuoespaciales...	2 de las 3 características del TACI	Deficiencias motoras puras en cara, MS, tronco y MI	Afectación ipsilateral de pares craneales con déficit motor y/o sensitivo contralateral
+	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>
Hemianopsia homónima	Déficit aislado de funciones corticales	Deficiencias sensitivas puras en cara, MS, tronco y MI	Déficit motor y/o sensitivo bilateral
+	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>
Déficit sensitivomotor grave en cara, MS, tronco y MI	Deficiencias sensitivomotoras limitadas en cara, MS, tronco y MI	Deficiencias sensitivomotoras puras en cara, MS, tronco y MI	Déficit del movimiento ocular conjugado
		<i>a</i>	<i>a</i>
		Hemiparesia atáxica	Disfunción cerebelosa
			<i>a</i>
			Hemianopsia homónima

TACI, infarto completo en la circulación anterior; PACI, infarto parcial en la circulación anterior; LACI, infarto lacunar; POCI, infarto en la circulación posterior; MS, miembro superior; MI, miembro inferior.

La consecuencia física más frecuente del ictus es la hemiplejía, que se define como la parálisis completa del miembro superior e inferior del mismo lado del cuerpo. Sin embargo, pueden producirse otras secuelas que deben considerarse en el tratamiento fisioterápico, como problemas perceptivos, cognitivos, sensitivos y de comunicación (Tabla 1). La recuperación está relacionada con la localización, extensión y naturaleza de la lesión, con la integridad de la circulación colateral y con el estado previo del paciente (Ahn, Ahn & Kim, 2011; Stokes, 2006).

El ictus constituye la tercera causa de muerte y la principal causa de discapacidad grave del adulto (Arias-Rivas, Vivancos-Mora & Castillo, 2012; Verheyden & Ashburn, 2013). Por ello, dada su relevancia, en la vigésimo primera Asamblea Mundial de la Salud en 1968 se crea el marco en el entorno mundial para el desarrollo de los sistemas de vigilancia de esta patología (Mukherjee & Patil, 2011), lo que permite un mayor conocimiento de su epidemiología y factores de riesgo (Tabla 2).

La edad se describe como el marcador de riesgo más importante del ictus, ya que supone un incremento exponencial de su incidencia. De tal forma, que esta es baja hasta los 55 años, edad a partir de la que el riesgo se duplica por cada década, triplicándose a partir de los 80 (Redondo, Elosua & Marrugat, 2008; Zhang y cols., 2012). Sin embargo, la edad supone un factor de riesgo no modificable, por lo tanto, la prevención del ictus se centra en el conocimiento y control de los factores de riesgo que sí lo son. Así, en la actualidad, se admite que de todos los factores de riesgo modificables, diez presentan una relación estadísticamente significativa y positiva con el desarrollo del ictus. Estos incluyen factores sociales (como el tabaquismo, el consumo regular de alcohol, la mala alimentación y la inactividad física), así como factores individuales (como hipertensión, índice cintura-cadera elevado, diabetes mellitus, factores

psicosociales como la depresión, historia de enfermedad cardíaca, y la apolipoproteína B elevada a proporciones de A1 (Abete y cols., 2015; O'Donnell y cols., 2010). Los dos factores particulares que llevan el riesgo atribuible más significativo son la hipertensión y el tabaquismo (Mukherjee & Patil, 2011). La hipertensión arterial es el factor de riesgo más importante dada su alta prevalencia y su elevado potencial de riesgo para ictus, tanto isquémicos como hemorrágicos (Brea y cols., 2013; Matías-Guiu Guía, 2009).

**Tabla 2.** Factores de riesgo del ictus. Actualizado de Martínez-Vila y cols., 2011.

No modificables	Modificables bien documentados	Modificables menos documentados
Edad	Hipertensión arterial	Síndrome metabólico
Sexo	Tabaquismo	Consumo de drogas
Raza	Consumo regular de alcohol	Apnea obstructiva del sueño
Nivel sociocultural	Índice cintura-cadera elevado	Anticonceptivos orales
Localización geográfica	Diabetes mellitus	Migraña
Factores hereditarios	Depresión	Hiperhormocisteinemia
	Estenosis carotídea	Estados inflamatorios e infecciones
	Fibrilación auricular	Estado de hipercoagulabilidad
	Otras cardiopatías	
	Endocarditis infecciosa	
	Estenosis mitral	
	Infarto miocardio reciente	
	Sedentarismo	
	Factores dietéticos: mala alimentación	
	Relación lipoproteína B/A1	
	Dislipidemia	
	Anemia de células falciformes	
	Terapia hormonal	
	Ictus isquémico o AIT previo	

Recientemente se ha publicado una guía cuyo objetivo es la prevención de los factores de riesgo de ictus específicos en las mujeres (Bushnell y cols., 2014). En este sentido, cabe destacar como factores de riesgo más comunes en mujeres que en hombres la migraña con aura, los síndromes metabólicos y factores relacionados con el estilo de vida, y la fibrilación auricular (Bushnell y cols., 2014).

En España, aunque las tasas de adherencia a las recomendaciones nacionales para el tratamiento y control de los factores de riesgo cardiovascular están mejorando, todavía hay una brecha de gran tamaño en el tratamiento de los

mismos (Abete y cols., 2015).

### **1.2.2. Epidemiología**

Se observan diversas dificultades en la descripción de la epidemiología del ictus; entre ellas destaca la heterogeneidad en el diseño de los estudios, sobre todo entre las poblaciones estudiadas y los métodos de recogida de datos, lo que dificulta su obtención y recopilación de forma estandarizada y comparable. Además, en algunos estudios se investiga la epidemiología del ictus en el ámbito regional por lo que los datos descritos pueden no ser representativos del país en su conjunto y esto dificulta las comparaciones entre países (Brea y cols., 2013; Zhang y cols., 2012). Teniendo en cuenta estas limitaciones, a continuación se describen datos actuales extraídos de la literatura científica consultada.

#### **1.2.2.1. Incidencia y prevalencia del ictus. Influencia de la edad.**

Se calcula que anualmente 15 millones de personas en todo el mundo sufren un ictus. De ellas, 5 millones mueren y 5 millones quedan permanentemente discapacitados, lo que supone una carga para la familia y la comunidad (Mackay y Mensah, 2004). Asimismo, en el mundo se estima una prevalencia de 62 millones de supervivientes tras ictus. Cabe destacar que la incidencia del ictus se correlaciona altamente con la renta per cápita de un país, de tal forma que se observa una disminución del 42% en las tasas de incidencia en aquellos países de ingresos elevados, mientras que en aquellos que lo son bajos se experimenta un aumento del 100%. Por lo que, en ausencia de cualquier intervención de salud pública significativa, se espera que la incidencia mundial aumente a 23 millones para el año 2030 (Mukherjee & Patil, 2011).

Los estudios entre poblaciones del norte y del sur de Europa revelan importantes diferencias en la incidencia de esta patología (Fernández de Bobadilla y cols.,

2008). Estas diferencias (Tabla 3) se deben principalmente a la diversidad entre las culturas y estilos de vida que influyen en la exposición a factores de riesgo tales como el tabaco, el alcohol y la dieta (Zhang y cols., 2012).

**Tabla 3.** Diversos estudios que muestran las tasas de incidencia de ictus en Europa. Actualizado de Zhang y cols., 2012.

País	Estudio	Años recogida datos	Tipo de ictus	Escenario	Tamaño muestra	Incidencia bruta de casos por cada 100 000 por año (IC del 95%, cuando se describe)		
						Hombres	Mujeres	Total
España	Vega et al., 2009	2005	Todos	Regional: Castilla y León, Extremadura, Comunidad Valenciana	201205	148	134	141
	Alvaro et al., 2009	1998-2003	Todos	Nacional	NSI	NSI	NSI	160
	Fernández Bobadilla et al., 2008	2006	Todos	Regional	NSI	NSI	NSI	220
Francia	Béjot et al., 2009	2000-2006	Primer ictus sólo	Regional: Dijon	152606	115,7	111,7	113,5
Alemania	FHMS, 2008	2008	Todos	Nacional	NSI	346	354	350
Italia	Corso et al., 2009	2004-2005	Todos	Regional: Valle de Aosta	123748	224	223	223
Reino Unido	Rothweel et al., 2005	2002-2005	Primer ictus sólo	Regional: Oxfordshire	91106	151	171	161
	BHF, 2009; Hippisley-Cox et al., 2004	2003	Todos	Nacional	NSI	116	135	NSI

NSI: no se indica; BHF, British Heart Foundation; IC, intervalo de confianza; FHMS, Federal Health Monitoring System.

Asimismo, en el caso de AIT, ictus isquémico y hemorragia intracerebral, se observa un aumento con la edad en la incidencia y prevalencia del ictus, ya que los factores de riesgo asociados a la degradación de los vasos sanguíneos aparecen o se exacerban con la misma. Respecto a las diferencias de sexo, se observan cifras más elevadas de ictus isquémico e intracerebral en hombres que en mujeres de la misma edad. Sin embargo, la hemorragia subaracnoidea se



considera una excepción a la tendencia observada entre subtipos ya que, por un lado, no muestra una relación entre incidencia y edad, y por otro, su número es considerablemente mayor en las mujeres que en los hombres de la misma edad (Zhang y cols., 2012).

La incidencia global de ictus en España no se conoce con precisión (Díaz-Guzmán y cols., 2008). No obstante, cabe destacar que el Instituto Nacional de Estadística (INE) en la Encuesta de Morbilidad Hospitalaria del año 2014, última disponible actualmente, registra 118.146 altas hospitalarias por ictus y 16.026 por AIT, lo que corresponde, respectivamente, a 254 y 34 casos por cada 100.000 habitantes. En este sentido, la incidencia del AIT es más difícil de conocer ya que un porcentaje importante de sujetos que los sufren no acuden al médico (Brea y cols., 2013; Díaz-Guzmán y cols., 2012). Por otro lado, como se indica en el estudio llevado a cabo por Díaz-Guzmán y cols. (2012), la del ictus aumenta a partir de los 55 años y alcanza su pico máximo hacia los 85 años (Tabla 4).

**Tabla 4.** Tasas de incidencia anual bruta del primer ictus por edad y sexo (incluyendo AIT). Adaptado de Díaz-Guzmán y cols., 2012.

Grupos de edad (años)	Nº hombres en riesgo	Incidencia, hombres		Nº mujeres en riesgo	Incidencia, mujeres		Nº total en riesgo	Incidencia, total	
		Tasa	95% IC		Tasa	95% IC		Tasa	95% IC
18-24	77.182	2,6	0-6,2	73.060	2,7	0-6,5	150.242	2,7	0,1-5,3
25-34	152.612	7,9	3,4-12,3	140.843	8,5	3,7-13,3	293.455	8,2	4,9-11,5
35-44	141.453	35,3	25,5-45,1	134.070	21,6	13,8-29,5	275.523	28,7	22,3-35
45-54	115.177	95,5	77,7-113,4	109.525	35,6	24,4-46,8	224.702	66,3	55,7-77
55-64	88.997	237,1	205,1-269,1	90.264	114,1	92,1-136,1	179.261	175,2	155,8-194,5
65-74	73.496	491,2	440,5-541,9	84.106	258	223,7-292,3	157.602	366,7	336,8-396,6
75-84	49.815	1.013,8	925,3-1.102,2	69.814	693,3	631,5-755	119.629	826,7	775,2-878,2
>84	13.218	1.445	1.240,1-1.649,9	27.347	1.360,3	122,1-1.498,5	40.565	1.387,9	1.273,3-1.502,5
Total	711.950	202,5	189,4-210,1	729.029	172,6	163-182,1	1.440.979	187,4	180,3-194,4

IC, intervalo de confianza

En la Comunidad Valenciana, según datos de la Encuesta de Morbilidad Hospitalaria del INE del año 2014, se registran 13.852 altas hospitalarias por ictus

y 1.922 por AIT, lo que corresponde, respectivamente, a 280 y 39 episodios por cada 100.000 habitantes. En la Tabla 5 se presenta el número de casos registrados en la Comunidad Valenciana según su causa desde el año 2005 al 2009 (Carrera y cols., 2011).

**Tabla 5.** Ictus en la Comunidad Valenciana. Número de casos anuales según su causa. Adaptado del Plan de atención al Ictus de la Comunitat Valenciana 2011-2015 (Carrera y cols., 2011).

		2005	2006	2007	2008	2009
ACV agudo	Mal definido	818	396	274	301	364
	Hemorragia intracraneal	1995	2062	2201	2274	2258
	Oclusión de arterias cerebrales	3878	3946	5483	5586	5631
Enfermedad cerebrovascular, otras mal definidas		229	88	34	32	28
AIT		1514	1441	1423	1561	1422
<b>TOTAL</b>		<b>8434</b>	<b>8933</b>	<b>9415</b>	<b>9754</b>	<b>9701</b>

ACV, accidente cerebrovascular; AIT, ataque isquémico transitorio

Aunque se encuentra un número menor de artículos que estudian la prevalencia del ictus (Zhang y cols., 2012), resulta de interés, el trabajo llevado a cabo por Boix y cols. (2006) en relación a la prevalencia del ictus en España en personas de 70 años o más. En él se concluye que la prevalencia es significativamente más baja en mujeres (5,6%) que en hombres (7,3%) y que se produce un aumento de la misma con la edad, particularmente entre las mujeres. Asimismo, se determinan diferencias geográficas importantes al observar una proporción mayor en zonas urbanas (8,7%) que en la población rural (3,8%). Si se comparan los datos obtenidos en este estudio con los de otros europeos, las tasas de prevalencia de ictus en España ocupan un lugar intermedio y siguen la misma tendencia en cuanto a distribución por sexo y edad (Boix y cols., 2006). Sin embargo, debido al envejecimiento de la población, según las previsiones de la Oficina Europea de Estadística (Eurostat), se espera que en el año 2050 la proporción de la población mayor de 65 años se aproxime al 30% (Redondo,

Elosua & Marrugat, 2008). Siendo el ictus una enfermedad de envejecimiento, se prevé que su prevalencia aumente significativamente en todo el mundo (Mukherjee & Patil, 2011).

#### 1.2.2.2. Mortalidad. Años de vida perdidos.

El ictus sigue siendo uno de los más devastadores de todos los trastornos neurológicos. En todo el mundo, se atribuyen al ictus 5,5 millones de muertes anuales, lo que representa el 9,7% de la mortalidad mundial, con 44 millones de años perdidos de vida ajustados por discapacidad (Mukherjee & Patil, 2011).

Cabe destacar que la tasa de mortalidad relacionada con ictus en una población depende de tres factores principales: la incidencia de dicha patología, la calidad de la atención médica dispensada a las personas que lo sufren y la prevalencia de enfermedades cardiovasculares y comorbilidades que pueden afectar a la probabilidad de sobrevivir al ictus (Zhang y cols., 2012). De tal modo que, al igual que la incidencia de esta patología se correlaciona con la renta per cápita de un país, la mortalidad causada por la misma, también. Por lo que, aunque se observa una disminución de la mortalidad por ictus en todos los países, durante los últimos 10 años, se advierte que esta es un 25% mayor en los países de ingresos medios-bajos que en los países de ingresos elevados (Giroud, Jacquin & Béjot, 2014; Mukherjee & Patil, 2011). Asimismo, en Europa se perciben importantes variaciones en las tasas de mortalidad por ictus (OECD, 2013; Truelsen y cols., 2006), de tal forma que Hungría y Eslovaquia presentan una mortalidad cerebrovascular más de tres veces superior a Suiza y Francia. Estas diferencias se explican por la alta prevalencia de factores de riesgo como el tabaco y la hipertensión arterial. La reducción en las tasas de mortalidad de más de dos tercios experimentada por España se atribuye a una reducción de los factores de riesgo y a las mejoras en los tratamientos médicos (OECD, 2013). Aun así, en el

año 2012 se registraron 29.520 muertes por ictus (códigos CIE-10: I60-I69), de las cuales el 97,12% se produjeron en personas mayores de 55 años. Estas cifras representan aproximadamente una media de 9,9 años de vida perdidos (Brea y cols., 2013).

En el año 2006 en España, el ictus constituye la primera causa de muerte en mujeres mientras que a los hombres le precede la cardiopatía isquémica (Redondo, Elosua & Marrugat, 2008). Se atribuye una mortalidad por ictus claramente mayor en hombres que en mujeres y se produce un aumento de la misma con la edad, ya que el riesgo de un evento cerebrovascular es mayor y el riesgo de muerte por eventos también (Zhang y cols., 2012).

#### 1.2.2.3. Carga social y coste que supone el ictus.

El ictus no mortal es una causa importante de deterioro funcional y discapacidad, sobre todo en ancianos, lo que supone una significativa disminución en la calidad de vida (Brea y cols., 2013). De hecho, constituye la primera causa de invalidez y la segunda de demencia (Redondo, Elosua & Marrugat, 2008). Cabe destacar que un 20% de los supervivientes requieren atención institucional a los 3 meses y un 15 a 30% presentan una discapacidad permanente (Goldstein y cols., 2011) con la consiguiente dependencia: el 80% no pueden quedarse solos más de dos horas al día, el 93% son dependientes para el aseo, el 87% para vestirse y el 65% para moverse (Redondo, Elosua & Marrugat, 2008). El ictus es un evento que cambia la vida no solo de las personas que lo sufren sino también de sus familiares. Padeecer un ictus grave se considera, por más de la mitad de las personas en riesgo de padecerlo, peor que la muerte. La prevención sigue siendo el enfoque más eficaz para reducir la carga social de esta patología. De hecho, la práctica de un estilo de vida saludable supone un riesgo 80% menor de tener un primer ictus (Goldstein y cols., 2011). Por lo tanto, el ictus produce un impacto social

importante, no solo por las cifras de mortalidad sino por la gran demanda de servicios sanitarios que conllevan sus efectos invalidantes sobre más de treinta mil españoles cada año (Redondo, Elosua & Marrugat, 2008). Es decir, la carga del ictus se complica aún más por los sustanciales costes económicos. En los EE.UU., se estima que el coste total en 2008 supera los 65 billones de dólares, mientras que, en los países de la Unión Europea, el coste total anual se estima en 27 mil millones de euros (Zhang y cols., 2012). Sin embargo, los costes originados por esta enfermedad son difíciles de calcular, sobre todo si se tiene en cuenta que el 80% de los afectados va a necesitar, en mayor o menor medida, cuidados informales de familiares o cuidadores (Hervás, Cabasés & Forcén, 2007). Estudios europeos estiman un gasto anual por paciente de 13.383 euros. En España es de 15.268 euros durante el primer año del ictus (Beguiristain, Mar & Arrazola, 2005). En Alemania, el coste en 2006 de un sujeto con un primer ictus que sobrevive al primer año es de 18.517 euros, de los cuales el 37% se atribuyen a la rehabilitación. El importe asistencial total a lo largo de la vida de este paciente se estima en 43.129 euros. Internacionalmente se calcula que esta patología representa el 3-4% del presupuesto anual de sanidad en algunos países (Brea y cols., 2013). En España, se estima el coste social del ictus en más de 6.000 millones de euros anuales, cifra que representa cerca del 5% del gasto sanitario público (Jorgensen y cols., 2008).

La introducción de las unidades hospitalarias de ictus mejora el pronóstico de estos pacientes y reduce su mortalidad, de tal manera que, las personas con ictus que reciben atención en ellas tienen mayor probabilidad de seguir vivos, en condiciones de independencia y de vivir en su domicilio un año después del ictus (Stroke Unit Trialists' Collaboration, 2013). Sin embargo, aunque globalmente pueda suponer un ahorro económico, esto conlleva un incremento del coste sanitario debido a las nuevas tecnologías médicas y al mayor número de ingresos

hospitalarios por la enfermedad (Brea y cols., 2013). En este sentido, cabe destacar que el acceso a estas unidades no es igual en todo el mundo, siendo mucho mayor en los países desarrollados (Mukherjee & Patil, 2011). Asimismo, como se indica anteriormente, un alto porcentaje del coste originado por el ictus durante el primer año corresponde a la rehabilitación, lo que hace que esta sea escasa en los países en vías de desarrollo (Mukherjee & Patil, 2011). Por todo lo expuesto, se considera de gran relevancia la descripción de técnicas concretas lo más coste-efectivas en la rehabilitación de la persona que sufre un ictus.

### **1.2.3. Rehabilitación tras el ictus**

La rehabilitación del ictus es un proceso limitado en el tiempo y orientado por objetivos, cuya finalidad fundamental es tratar y/o compensar los déficits y las discapacidades para conseguir la máxima capacidad funcional, proporcionando la independencia y la reintegración al entorno familiar, social y laboral (Duarte y cols., 2010).

Esta rehabilitación se inicia ya durante la hospitalización, es decir en la fase aguda, tan pronto como se establece el diagnóstico y los problemas potencialmente mortales están bajo control. En esta fase temprana de estabilidad hemodinámica se prioriza prevenir un ictus recurrente y la aparición de complicaciones, asegurar las funciones generales de salud, movilizar al paciente, alentar la reanudación de las actividades de autocuidado, y proporcionar apoyo emocional al sujeto y su familia (Duncan y cols., 2005). Después de la fase aguda, el foco de atención se dirige a la evaluación y recuperación de los déficits físicos y cognitivos residuales, en caso de no ser posible dicha recuperación, se busca la compensación del déficit para conseguir la máxima capacidad funcional posible y facilitar la independencia y la reintegración en el entorno familiar, social y laboral (Duncan y cols., 2005).

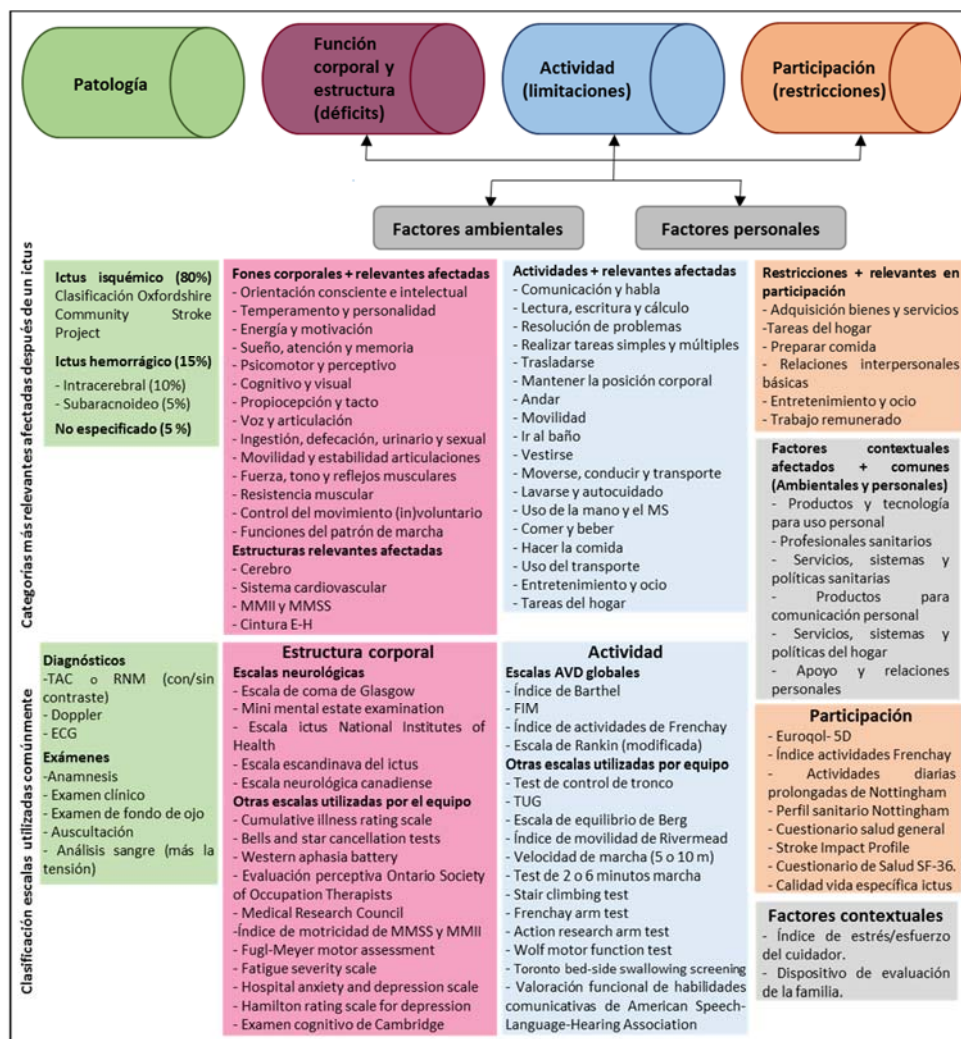
La recuperación del ictus es un proceso complejo y heterogéneo determinado por varios factores (entre otros, el lugar y tamaño de la lesión inicial) y que se produce probablemente a través de una combinación de procesos espontáneos y dependientes del aprendizaje, que incluyen: restitución (restablecimiento de la funcionalidad del tejido neural dañado), sustitución (reorganización de vías neurales para volver a aprender las funciones perdidas), y compensación (mejora de la disparidad entre las habilidades deficientes de una persona y las demandas de su entorno) (Langhorne, Bernhardt & Kwakkel, 2011).

En las guías de práctica clínica se indica que se obtienen mejores resultados clínicos cuando tras la fase aguda, los sujetos candidatos de rehabilitación reciben una evaluación e intervención coordinada y multidisciplinar. El equipo multidisciplinar debe constar de médico, personal de enfermería, fisioterapeuta, terapeuta ocupacional, logopeda, psicólogo, técnico de animación sociocultural, persona que ha sufrido el ictus y sus familiares y/o cuidadores (Duncan y cols., 2005). Se debe continuar este enfoque de equipo organizado en la coordinación de la rehabilitación ambulatoria o domiciliaria.

Aunque la mayor recuperación ocurre en los primeros 6 meses tras la lesión cerebral según la evidencia científica, una vez pasado este periodo, la rehabilitación puede conseguir más logros funcionales (Domínguez Ferraz & Grau Pellicer, 2011). Asimismo, se evidencia que la fisioterapia puede ayudar a promover la reorganización cerebral y la recuperación motora tras un ictus (Gauthier y cols., 2008).

Los trastornos invalidantes como el ictus se deben clasificar dentro de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF) propuesta por la OMS (2001). La CIF proporciona una descripción de situaciones relacionadas con el funcionamiento humano y sus restricciones y sirve de marco de referencia para organizar esta información. Es decir, proporciona un marco

para el efecto que produce el ictus en el individuo (Figura 2) en cuanto a los componentes de funcionamiento y discapacidad, y los componentes de factores contextuales. Los primeros constan a su vez de dos componentes, el componente cuerpo (funciones de sistemas corporales y estructuras del cuerpo) y el componente actividades y participación. Por otro lado, los factores contextuales incluyen los ambientales y los personales.



**Figura 2.** Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud para el efecto del ictus en un individuo. Traducido y actualizado de Langhorne y cols., 2011. MMSS, miembros superiores; MMII, miembros inferiores; Cintura EH, cintura escapulo-humeral



Por último, es importante en el ámbito de la rehabilitación consignar también, siempre que sea posible, la afectación que la enfermedad produce en la percepción de la calidad de vida del sujeto (Moyano, 2010).

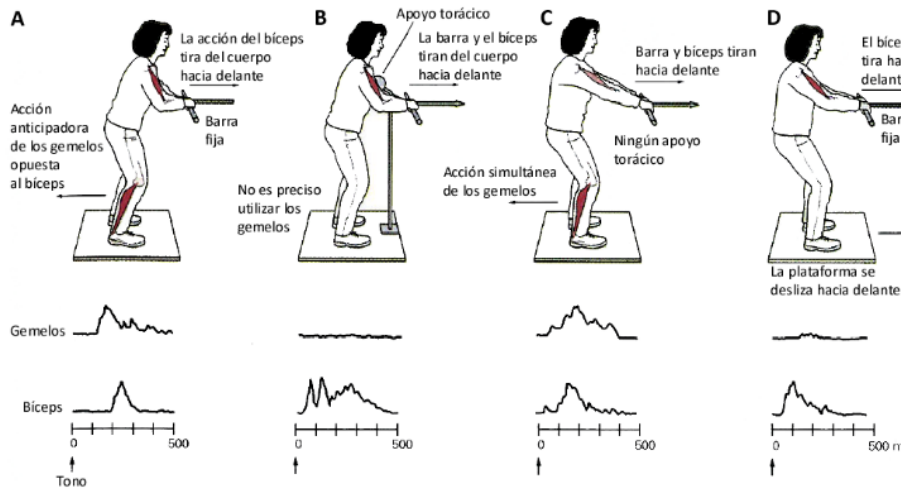
### **1.3. Postura y equilibrio**

#### **1.3.1. Concepto**

La postura se define como la posición relativa entre las diferentes partes del cuerpo (sistema coordinado egocéntrico) y de estas respecto al ambiente (sistema coordinado exocéntrico) considerando el campo gravitatorio como marco de referencia (sistema coordinado geocéntrico) (Jones, 2001).

Asimismo, cualquier movimiento voluntario puede alterar el equilibrio postural, pero el conocimiento de estas perturbaciones está integrado en el programa motor y se utiliza para contrarrestar sus efectos adversos antes de que se produzca, mediante una acción motora previa. Estas respuestas anticipadoras tienden a ser complejas y a implicar a muchos grupos musculares sinérgicos. Además, cabe destacar que aunque funcionan de forma automática se deben aprender y se desencadenan por movimientos intencionados específicos, adaptándose y variando según la demanda funcional. En la Figura 3 se muestra la actividad postural de los músculos gemelos en cuatro contextos funcionales, en ella se observa que la acción anticipadora que precede al reajuste postural tiene una notable capacidad de adaptación y varía según la demanda funcional (Jones, 2001).

Por otro lado, tras una alteración inesperada del equilibrio y en función de la importancia de la misma, se utilizan diferentes estrategias (cadenas cinéticas de ajustes posturales) para restablecer la posición del centro de gravedad. Así, se puede tratar de “estrategias de tobillo” produciéndose una rigidez de todos los



**Figura 3.** La acción motora anticipadora en respuesta a un trastorno postural se adapta al contexto funcional. En la figura se observa la actividad postural de los músculos gemelos en cuatro contextos funcionales: A. El individuo se mantiene de pie sobre una plataforma firme y tira de una barra fija lo antes posible a partir de una señal sonora. Para mantener la postura, la contracción de los músculos gemelos comienza antes de que el bíceps empiece a tirar de la barra; B. Cuando se apoya el tórax y se tira de una barra fija hacia delante, se produce una respuesta refleja muy precoz en el bíceps, mientras que los gemelos se mantienen inmóviles; C. Cuando la barra tira de repente del individuo no apoyado hacia delante, se suprime el reflejo precoz del bíceps, de forma que los músculos del miembro superior e inferior pueden actuar simultáneamente para mantener el equilibrio; D. Cuando el soporte del pie se desliza inesperadamente hacia delante, inclinando el cuerpo del individuo hacia atrás, los gemelos permanecen inmóviles (en caso contrario inclinaría el cuerpo aún más hacia atrás) y se pone en marcha una respuesta precoz del bíceps (Adaptado de Jones, 2001).

segmentos corporales que oscilan alrededor de un eje horizontal que pasa por los tobillos, o de “estrategias de cadera” en la intervención en bloque de la parte superior del cuerpo articulado alrededor de la cadera, o bien de una “estrategia vertical” que comporta un descenso del centro de gravedad por flexión de las rodillas y rotación anteroposterior de los segmentos superiores, tronco y cabeza. Otra posible solución consiste en efectuar un paso. Respecto a las estrategias multisegmentarias pueden pertenecer a tres tipos fundamentales: las puramente descendentes que corresponden a una organización en este sentido del control postural (movimiento de la cabeza, seguido de un movimiento de las

caderas, seguido de un movimiento de los tobillos), las estrategias puramente ascendentes (bottom-up, orden de los movimientos inverso al precedente), y las estrategias mixtas que no siguen un orden puramente ascendente o descendente. También se describen en el plano sagital, las estrategias mixtas o combinaciones de estrategias más elementales (Mesure Viel, 2002).

Por lo tanto, cabe destacar que en el caso de que se produzcan perturbaciones inesperadas, el sistema postural se encuentra equipado con patrones de respuesta estereotipados que se corrigen rápidamente gracias a la retroacción inmediata de la información visual, vestibular y somatosensitiva (Jones, 2001). Es decir, para el adecuado control postural deben funcionar detectores que perciban con exactitud y rapidez los estímulos o cambios e información que se encuentran dentro o fuera del cuerpo (Shumway-Cook & Woollacott, 2012). Algunas de estas respuestas se consideran innatas, mientras que otras se deben adquirir mediante un aprendizaje motor en el que interviene el cerebelo (Jones, 2001).

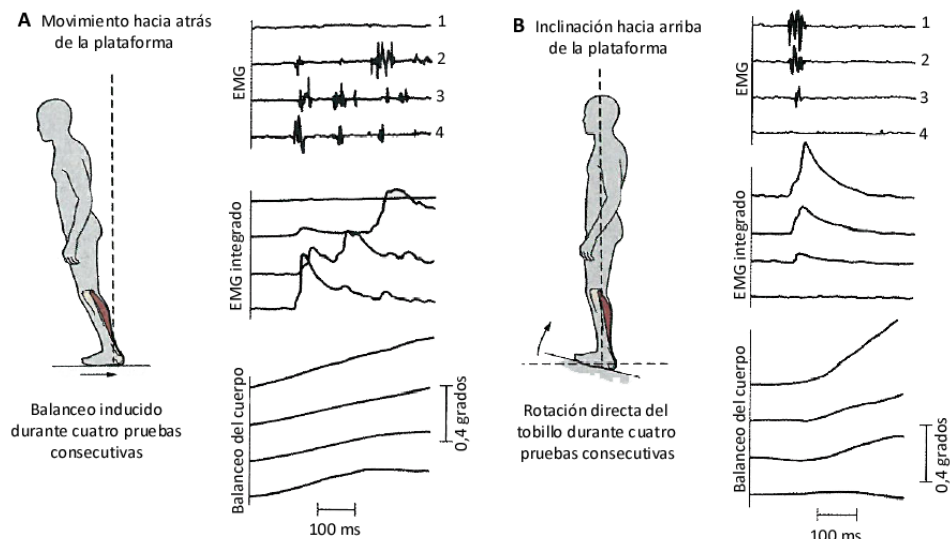
De lo expuesto anteriormente se deduce que el sistema postural se debe enfrentar a tres retos importantes: mantener una postura estable en presencia de la gravedad, producir ajustes posturales que prevean movimientos dirigidos a un objeto y que se adapten según se desarrollen los mismos, y reaccionar rápida y apropiadamente cuando se predice una amenaza al equilibrio o cuando un acontecimiento inesperado lo perturba (Carr & Shepherd, 2004; Jones, 2001). Por tanto, el control postural y el equilibrio son requisitos previos imprescindibles para la realización de cualquier movimiento voluntario (García y cols., 2010). Es decir, la estabilidad precede a la movilidad (Puckree & Naidoo, 2014). Así, por ejemplo, el equilibrio en bipedestación es un prerrequisito necesario para conseguir la deambulación autónoma (García y cols., 2010). En definitiva, la postura se asocia al movimiento, le precede, lo acompaña y le

sucede (Shumway-Cook & Woollacott, 2012). De hecho, el control postural reflejado en la estabilidad y el equilibrio es importante para mejorar la independencia, la participación social y la calidad de vida (Geurts y cols., 2005). Por tanto, la postura y control postural son elementos esenciales para la motricidad humana y deben ser considerados en la determinación del diagnóstico funcional, del pronóstico de recuperación y del tratamiento rehabilitador de la persona con secuelas de ictus (Viosca y cols., 2005a). En este sentido, existe amplia evidencia de que el desempeño del tronco es un precoz e importante predictor de la evolución funcional y de las actividades de la vida diaria (AVD) después del ictus (Kumar, Babu & Nayak, 2011; Verheyden y cols., 2009).

Asimismo, actualmente, se conoce que el control postural es complejo y dependiente del contexto y que todos los niveles del sistema nervioso tienen que ser examinados para poder explicar esta complejidad, incluidos los que están asociados con la cognición (Bensoussan, 2007; Brauer, Woollacott & Shumway-Cook, 2001). Cabe destacar que, tras sufrir un ictus, los sujetos necesitan adquirir de nuevo una habilidad considerable en conservar el equilibrio bajo condiciones que se encuentran en la vida diaria. En este sentido, y ya indicado anteriormente, es relevante recordar que, la capacidad de equilibrio y de mantener una postura estable se integra en la ejecución de habilidades motoras y no se puede separar de la actuación que se lleva a cabo ni del entorno en el que se efectúa (Carr & Shepherd, 2004).

En la Figura 4 se describe la idea desarrollada por Lew Nashner en 1976 como método para demostrar el aprendizaje adaptativo del control postural en los seres humanos (Jones, 2001). En ella, se utilizan dos maniobras que tensan los músculos gemelos, así los individuos permanecen en bipedestación sobre una plataforma que se desliza hacia atrás sin inclinarla, o se inclina hacia arriba por

delante sin deslizarla, observando que la oscilación hacia delante provoca la contracción del músculo mientras que la inclinación hacia atrás provoca su relajación. En ambas condiciones se detectan indicios claros de que el individuo aprende la respuesta apropiada. Esta capacidad de aprendizaje junto con el conocimiento de la plasticidad cerebral (Bayón & Martínez, 2008) dejan una puerta abierta a la fisioterapia y a la recuperación del equilibrio tras sufrir ictus, ya que, si bien los elementos básicos del control postural son innatos y reflejos, es posible modificarlos de manera considerable mediante el aprendizaje.



**Figura 4.** Las respuestas anticipadoras apropiadas a los trastornos posturales pueden aprenderse. A. El movimiento hacia atrás de la plataforma deslizante inclina el cuerpo hacia delante, provocando una acción compensadora en los gemelos tensados para mantener el equilibrio. En pruebas sucesivas, la respuesta muscular mejora y su latencia se reduce. B. Cuando se inclina la plataforma hacia arriba, la acción de los gemelos empeoraría la acción del cuerpo hacia atrás. Por ello, en las pruebas sucesivas, la respuesta muscular disminuye, lo que a su vez reduce la oscilación en dirección posterior (adaptado de Jones, 2001).

### 1.3.2. Disfunción del equilibrio tras el ictus. Influencia de la edad.

Tras el ictus la persona sufre una serie de alteraciones sensitivas y motoras que afectan al equilibrio, entre ellas, cabe destacar la debilidad muscular, la

disminución de la flexibilidad de los tejidos blandos, el deterioro del control motor y los trastornos sensitivos (Geurts y cols., 2005; Langhorne, Bernhardt & Kwakkel, 2011).

Si se analiza en detalle cómo afecta cada una de estas alteraciones al control postural y al equilibrio cabe destacar que la incapacidad de generar una fuerza adecuada, especialmente en los miembros inferiores, afecta a la posibilidad de apoyar, desplazar y equilibrar la masa corporal. Sin embargo, se debe recordar que el control del equilibrio implica la coordinación bilateral entre miembros y entre miembro-parte superior del cuerpo-cabeza, siendo relevante la posición de la cabeza para la información visual y vestibular. Por tanto, no se trata tan solo de la debilidad muscular como secuela tras ictus, también se observa alteración en la iniciación, la cronología y la secuenciación de las fuerzas musculares; así como, déficit en el mantenimiento de la fuerza y su generación con suficiente rapidez anticipatoria y sostenida. Lo que se traduce en una coordinación agonista-antagonista anormal con una activación tardía de los músculos en el hemicuerpo afectado que favorece al miembro no paralizado (Geiger y cols., 2001). El retraso de la iniciación en la actividad muscular y la lentitud en acumular fuerza afectan tanto a la preparación para una alteración inminente de la estabilidad como a la velocidad de respuesta a la pérdida de equilibrio. En este sentido, y a modo de ejemplo, se puede indicar que en bipedestación frente a la pérdida de equilibrio e incluso frente a perturbaciones relativamente pequeñas, la persona sin patología, utiliza como estrategia preferida dar un paso. Este paso compensatorio se inicia muy rápidamente y la incapacidad de darlo con suficiente precisión y rapidez puede ser una causa importante de la pérdida de la confianza en el equilibrio y de caídas en individuos tras ictus (Carr & Shepherd, 2004).

Las adaptaciones musculares secundarias observadas tras ictus, entre las que son frecuentes los cambios en la longitud y la rigidez, también producen un impacto significativo sobre la activación muscular y el equilibrio. En este sentido, es frecuente tras ictus, así como en personas mayores, la limitación de la movilidad de la articulación del tobillo debida a la elasticidad disminuida del tejido blando y al acortamiento muscular (Carr & Shepherd, 2004).

La visión es particularmente importante en el control del equilibrio, suministrando información sobre la situación de las distintas partes del cuerpo en relación con el entorno y posibilitando predecir las perturbaciones que se avecinan. Asimismo, las aferencias cutáneas desde la planta de los pies se consideran críticas respecto a la capacidad de guardar el equilibrio en bipedestación o para el control del paso durante la marcha. Por lo tanto, la disfunción del sistema sensitivo y perceptiva-cognitiva también afecta negativamente al equilibrio en sedestación y bipedestación. En este contexto, se pueden incluir trastornos, particularmente frecuentes en las fases precoces tras ictus, de las funciones somatosensorial, laberíntica y visual, así como déficits perceptivo-cognitivos tales como la negligencia espacial unilateral (Bonan y cols., 2004a).

Todos los déficits expuestos se traducen, funcionalmente, en pérdida de coordinación, pérdida del sentido preciso de estar bien equilibrado y, por tanto, en riesgo aumentado de caída. De hecho, la caída se convierte en un acontecimiento frecuente en individuos después del ictus tras ser dados de alta del hospital, especialmente en aquellos que tienen 60 años o más (Batchelor y cols., 2009; Carr & Shepherd, 2004).

Tras el ictus, las personas con debilidad y control muscular deficiente carecen de los ajustes posturales anticipatorios, continuados y reactivos y, por tanto, experimentan dificultad para llevar a cabo acciones que implican: soportar la

masa corporal con el miembro inferior parético, moverla voluntariamente desde una extremidad a otra y de una posición a otra, así como responder rápidamente ante las amenazas del equilibrio, previstas y no previstas. Como resultado, en las acciones cotidianas que se llevan a cabo tanto en sedestación como en bipedestación, se favorece el miembro inferior más fuerte, mejor coordinado y que responde más rápidamente, con lo que la capacidad para llevar a cabo tareas simples se encuentra limitada. Factores importantes, que probablemente influyen en la estabilidad, incluyen la percepción anómala de la verticalidad y otros trastornos de la percepción visuoespacial y somatosensorial (Carr & Shepherd, 2004). Asimismo, la atención dividida entre dos tareas, situación frecuente en las AVD, representa un problema en la consecución del equilibrio para la persona con secuelas de ictus y la persona mayor (Carr & Shepherd, 2004; Gobbo y cols., 2014).

Por otro lado, cabe recordar que la disfunción del equilibrio, particularmente en bipedestación, constituye una secuela devastadora del ictus, ya que la capacidad de mantener la postura apropiada en diferentes tareas y condiciones del entorno se considera fundamental para poder llevar a cabo cualquier acción funcional (Gobbo y cols., 2014, Güeita-Rodríguez, Jiménez-Jiménez & Paeth-Rohlf, 2012). Sin embargo, resulta interesante indicar que en la práctica clínica, al entrenamiento intensivo y variado del equilibrio no siempre se le concede la importancia que debe tener. Por lo tanto, en las sesiones de fisioterapia tras ictus se recomienda entrenar el equilibrio mediante la práctica de diversas acciones simulando condiciones de la vida diaria y planteando al sujeto el reto de extender los límites de su estabilidad. Asimismo, la evidencia científica actual recomienda que el entrenamiento implique también ejercicios intensivos de fortalecimiento muscular de ambos miembros inferiores cuando se evidencie una debilidad que



incapacite al individuo para soportar su masa corporal y regular sus movimientos (Carr & Shepherd, 2004; Farlie y cols., 2013).

Respecto a los cambios relacionados con la edad se determina que el equilibrio disminuye tanto en hombres como en mujeres a partir de los 40 años (Farlie y cols., 2013). Sin embargo, los resultados de estudios en ancianos pueden ser confusos si se incluyen individuos con problemas del sistema nervioso central (SNC) y/o musculoesqueléticos. Las personas mayores tienen mayor riesgo de caída y se puede asumir que los defectos del equilibrio son una causa significativa (Karim y cols., 2014). La inestabilidad postural en la persona mayor y la tendencia a caer se relacionan con una visión reducida, incluyendo pérdida de la sensibilidad en el campo visual periférico, sensibilidad periférica reducida, disfunción vestibular y enlentecimiento del tiempo de reacción muscular (Borel & Alescio-Lautier, 2014), especialmente de los músculos tibial anterior y glúteo medio. Además, los individuos ancianos tienen el riesgo de desarrollar patologías que aceleran la degeneración en los sistemas neuromusculoesqueléticos (Carr & Shepherd, 2004).

Los factores de riesgo de caída identificados con más frecuencia son la pérdida de la flexibilidad y fuerza muscular, particularmente la pérdida de fuerza del cuádriceps. Se evidencia una disminución de la fuerza muscular del 40% en el miembro inferior y de un 30% en el miembro superior desde los 30 a los 80 años de edad. Además, a partir de los 70 años parece que se acelera la atrofia muscular. Las personas mayores también parecen tener dificultad en controlar la estabilidad lateral, dificultad que se evidencia al dar un paso para recuperar el equilibrio, lo que representa un riesgo añadido en el anciano ya que se asocia a fractura de cadera. Asimismo, se refieren caídas comunes en este grupo poblacional debidas a pérdidas de equilibrio al pasar de sedestación a bipedestación; acción que requiere una coordinación compleja de los segmentos

corporales para trasladar la masa corporal desde una base de apoyo a otra al mismo tiempo que se mantiene el equilibrio. Los grupos musculares importantes para controlar esta acción incluyen el cuádriceps y, en particular, el tríceps sural ya que su actividad en la pierna tiene un efecto de frenada del movimiento hacia delante (Carr & Shepherd, 2004).

Debido a la preocupación del envejecimiento global, la OMS reitera la importancia de la actividad física y los beneficios de la misma en la personas mayores (Gobbo y cols., 2014) y la literatura científica actual alerta de que las consecuencias de la inactividad física pueden ser muy graves en la tercera edad, con secuelas que incluyan la pérdida de fuerza, estabilidad, forma física cardiovascular y flexibilidad de las articulaciones (Díaz y cols., 2002). Por lo tanto, un desafío importante para los fisioterapeutas tras un ictus es asegurar que los efectos de la inactividad en un individuo no agraven los problemas funcionales resultantes de este teniendo en cuenta que en la tercera edad, especialmente en las mujeres ancianas débiles, existe un alto riesgo de que desarrollen, antes del ictus, efectos negativos musculoesqueléticos por la inactividad, mal equilibrio, pérdida de la autoconfianza y temor a caer (Carr & Shepherd, 2004).

Por lo tanto, se evidencia que las clases frecuentes, intensivas, estimulantes y divertidas de entrenamiento de fuerza y equilibrio (desafiando los límites de estabilidad) pueden ayudar a las personas mayores tras ictus a ganar confianza y conocimiento de la necesidad de mantenerse activos (Farlie y cols., 2013). Para ser eficaces, se deben mantener varias semanas y tras la finalización de las mismas, los individuos necesitan continuar haciendo ejercicio para mantener las ganancias conseguidas (Carr & Shepherd, 2004).

## **1.4. La marcha**

### **1.4.1. Concepto**

La marcha humana se describe como el medio de locomoción bípeda en el que el cuerpo humano se mueve hacia delante, con bajo esfuerzo y mínimo consumo energético, siendo su peso soportado alternativamente, por ambos miembros inferiores (Daza Lesmes, 2007; Sánchez Lacuesta, 2005). Se caracteriza por un patrón básico fundamentado en cuatro puntos: el uso alternante de los miembros inferiores y el desplazamiento contrario de los miembros superiores; siendo el esquema básico (si se toma el miembro inferior derecho como referencia): miembro superior izquierdo-miembro inferior derecho y miembro superior derecho-miembro inferior izquierdo. El balanceo alternante de extremidades superiores e inferiores produce una disociación de las cinturas escapular y pélvica que contribuye a la correcta elongación del tronco (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012).

Se trata de un proceso de carácter individual, que identifica a todo sujeto, pues permite revelar aspectos individuales de la personalidad, la autoestima, la condición de salud y las situaciones emocionales (Daza Lesmes, 2007). Sin embargo, se puede hablar de un patrón característico de marcha humana normal ya que existen importantes semejanzas entre diferentes individuos. Asimismo, debido a la influencia de diversos factores y bajo determinadas situaciones patológicas de déficit funcional se pueden observar modificaciones de dicho patrón (Sánchez Lacuesta, 2005). Como factores intrínsecos a la persona que varían significativamente su patrón normal de marcha se describen la edad, el sexo, la altura y la complejidad del sujeto; además, otros factores externos como la velocidad de progresión, el tipo de suelo, el calzado, la inclinación de la

superficie, la carga acarreada por el sujeto pueden también repercutir de manera muy apreciable en la marcha (Vivas Broseta, 2014).

La capacidad para caminar de forma independiente se considera un requisito previo para la mayoría de AVD (Carr & Shepherd, 2004). Sin embargo, para que la marcha sea funcional debe cumplir unos factores de eficacia: desenvoltura y seguridad para caminar por terrenos variados con o sin carga adicional; adaptación, habilidad para reaccionar rápidamente ante obstáculos, hacer cambios de dirección y sentido y capacidad de reequilibrarse; velocidad y resistencia (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012). Así, para caminar en un entorno comunitario se requiere una velocidad de marcha que permita al individuo cruzar la calle en el tiempo establecido por las luces de los semáforos, incorporarse o salir de una cinta sin fin, entrar o salir de puertas automáticas, caminar entre muebles, bajo o sobre objetos y esquivar bordillos. Una velocidad de paso de 1,1-1,5 m/s se considera lo suficientemente rápida para funcionar como peatón en diferentes entornos y contextos sociales. Sin embargo, solo el 7% de las personas dadas de alta de rehabilitación tras ictus cumplen los criterios para caminar en la comunidad, que incluyen la capacidad de hacerlo durante 500 m de continuo a una velocidad que les permita cruzar la calle de forma segura (Carr & Shepherd, 2004).

Dada la especificidad de los ajustes posturales, el control del equilibrio al caminar difiere del control del equilibrio estando de pie ya que en bipedestación el objetivo es mantener el centro de gravedad (CDG) dentro de la base de sustentación; en cambio, la deambulación es una inestabilidad controlada donde el CDG se mueve hacia delante a lo largo de los bordes mediales de cada pie, oscilando menos de 2 cm a uno y otro lado, dando lugar a que el cuerpo esté en un estado constante de “desequilibrio” durante el apoyo simple. Por otro lado, la fase de doble apoyo no es particularmente estable ya que ninguno de los dos

pies está asentado de pleno en el suelo (Carr & Shepherd, 2004). Por tanto, la marcha humana requiere de equilibrio dinámico ya que el CDG se sitúa fuera de la base de apoyo el 80% del tiempo. Como se explica en el apartado 1.3.1. de esta tesis, este viene dado por: el control proactivo del movimiento (manifestado por la anticipación ante las perturbaciones causadas por los movimientos de la marcha y por la experiencia que permite predecir causas potenciales de desequilibrio), el control reactivo de la estabilidad (viene dado por las aferencias sensoriales y sirve para reaccionar ante alteraciones inesperadas del equilibrio) y la coordinación de los diferentes grupos musculares en acción. En este sentido, se debe recordar que las variaciones de la tarea y del contexto del entorno afectan a los mecanismos de equilibrio durante la marcha, así por ejemplo, el equilibrio se encuentra más amenazado al caminar en una habitación oscura o al cruzar la calle. Por lo tanto, la visión desempeña un papel particularmente importante suministrando señales acerca de las características ambientales, incluyendo los cambios que ocurren en el entorno que son esenciales para la formulación de ajustes predictivos y estrategias de evitación (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012).

**Tabla 6.** Requisitos principales para una marcha adecuada (extraído de Carr & Shepherd, 2004).

---

Apoyo de la masa corporal mediante las extremidades inferiores.
Propulsión del cuerpo en la dirección intencionada.
Producción de un ritmo locomotor básico.
Control del equilibrio dinámico del cuerpo en movimiento.
Flexibilidad: capacidad de adaptar el movimiento a las demandas cambiantes del entorno y a los objetivos.

---

Además, el equilibrio está particularmente desafiado al andar entre obstáculos, ya que la elevación del miembro inferior de avance y del de arrastre debe ser mayor que al caminar sin ellos. Así, la pérdida de equilibrio puede ocurrir debido

a factores como tropezar o resbalarse al dar un paso, tambalearse al darse la vuelta y cuando se aumenta la velocidad (Carr & Shepherd, 2004). Por tanto, los requisitos para el equilibrio de la marcha son complejos (Tabla 6) y, cabe destacar que las extremidades inferiores desempeñan un papel importante en los mismos (Tabla 7).

**Tabla 7.** Papel de los miembros inferiores en el equilibrio durante la marcha. Principales funciones que se deben realizar para una marcha eficaz. La tabla identifica los principales requisitos del control motor y clarifica los requisitos para una marcha efectiva, por tanto, describe las principales funciones en las que concentrarse durante el entrenamiento de la marcha (adaptado de Carr & Shepherd, 2004).

FASE DE APOYO	FASE DE OSCILACIÓN
APOYO: la parte superior del cuerpo se soporta en uno o ambos pies por la acción de los músculos extensores del miembro inferior y por los efectos mecánicos que evitan la claudicación del miembro inferior.	DESPEGUE DE LOS DEDOS: levantar el pie del suelo.
PROPULSIÓN (aceleración del cuerpo en el espacio): generación de energía mecánica para dirigir el movimiento del cuerpo hacia delante a un ritmo locomotor básico.	TRAYECTORIA DEL PIE: preparar el pie para un contacto firme con la superficie de apoyo.
EQUILIBRIO: conservación de la verticalidad sobre la cambiante base de apoyo realizando ajustes posturales de la extremidad inferior y su unión con el tronco.	
AMORTIGUACIÓN: la energía mecánica se utiliza para la absorción de golpes y para disminuir la velocidad corporal hacia delante.	

La capacidad para deambular en bipedestación es una característica específica de la especie humana. Para su correcta activación se necesita la integración de múltiples sistemas: aferencias sensitivas (vista, oído, sentido espacial, orientación), áreas de integración motora cortical (corteza motora primaria, área promotora, área suplementaria), tronco del encéfalo, núcleos diencefálicos,

ganglios basales, cerebelo, médula espinal, unidad motora y músculo. Gracias a todos ellos se consigue un adecuado control de la postura y del equilibrio durante el movimiento (equilibrio dinámico), y una correcta modulación del movimiento mediante la coordinación de las extremidades con el tronco (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012). Por tanto, la marcha humana es la expresión de la integración neuromuscular del ser humano en condiciones fisiológicas, precisa la integración compleja de diversos sistemas y compromete varios segmentos corporales (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012; Daza Lesmes, 2007).

En el ser humano, en la organización neurológica de la locomoción se distinguen tres elementos esenciales: los generadores rítmicos centrales que son responsables del ritmo de la actividad locomotriz, los elementos desencadenantes internos o externos que tienen la función de iniciar el programa locomotor, y los bucles de regulación de origen propioceptivo, vestibular y visual. Estos bucles tienen la función, por una parte, de mantener el ritmo y, por otra, de garantizar la adaptación de los diferentes parámetros de la marcha a las necesidades del entorno (Mesure Viel, 2002).

Las investigaciones realizadas en animales cuadrúpedos descerebrados y medulotomizados confirman que el ritmo básico para la locomoción se genera en redes medulares, que la transición desde la fase de apoyo a la fase de oscilación está regulada por señales aferentes procedentes de los músculos flexores y extensores de los miembros posteriores, y que las señales descendentes procedentes del cerebro regulan la intensidad de la locomoción y modifican los movimientos de la marcha refleja según el terreno por el que el animal camina (Pearson & Gordon, 2001). En la actualidad, tres hechos postulan a favor de la existencia en el ser humano de los centros generadores espinales de la locomoción (central pattern generators, CPG): la actividad locomotriz

espontánea observada en el lactante, la persistencia en el parapléjico después de la sección medular de movimientos rítmicos de origen espinal, y su modulación por estímulos de las aferencias del reflejo de flexión. El generador de ritmo consiste en una red de neuronas estimuladoras e inhibitoras interconectadas (Mesure Viel, 2002).

Por lo tanto, la locomoción se desencadena por una orden descendente que proviene de regiones locomotrices localizadas en el tronco cerebral y que actúan sobre las redes de neuronas situadas en la médula espinal en la región lumbar, que constituyen los CPG. Se trata de conexiones de interneuronas que permiten establecer una sinergia muscular que lleva a un ciclo locomotor. La organización de la locomoción, el patrón motor global, es el resultado simultáneo de la intervención de los CPG y de su interacción con las informaciones sensoriales. La organización de los CPG ofrece la posibilidad a las vías descendentes de las estructuras supraespinales de influir en la locomoción, actuando sobre algunos músculos o grupos musculares relacionados funcionalmente, o sobre el conjunto de la sinergia locomotriz, permitiendo así desencadenar o detener la actividad locomotriz o incluso determinar la velocidad (Mesure Viel, 2002).

#### **1.4.2. Biomecánica de la marcha**

Para comprender y diferenciar mejor las limitaciones y las compensaciones de la marcha, el fisioterapeuta requiere del conocimiento y dominio de la terminología y los principios mecánicos básicos de la marcha normal; asimismo, se debe familiarizar con el análisis observacional, la reeducación del patrón y el entrenamiento de la misma (Daza Lesmes, 2007).

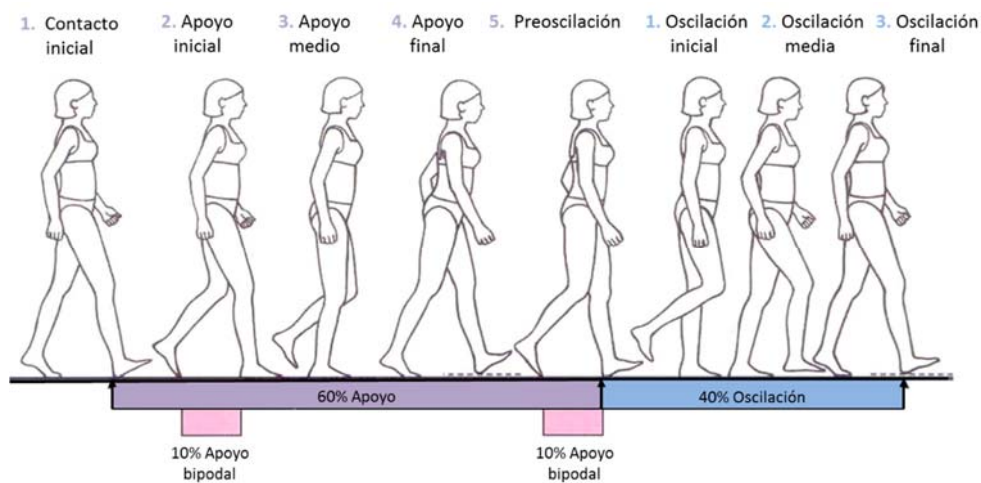
El ciclo de la marcha o zancada es la secuencia de acontecimientos que tiene lugar entre dos repeticiones consecutivas de uno cualquiera de los sucesos de la marcha. Con frecuencia, se adopta como principio del ciclo el instante en que



uno de los pies toma contacto con el suelo, habitualmente a través del talón. Si se toma como origen el contacto del pie derecho, el ciclo termina en el siguiente apoyo del mismo pie. Asimismo, el pie izquierdo experimenta la misma serie de acontecimientos que el derecho, desplazados en el tiempo por medio ciclo (Sánchez Lacuesta, 2005). Aunque, para describir el ciclo de la marcha, se emplea una terminología muy variada según el autor, desde un punto de vista didáctico se diferencian dos fases: una de apoyo que ocurre cuando el miembro inferior está en carga, es decir, en contacto con el suelo; y otra de oscilación o balanceo que sucede desde el instante de despegue del antepié hasta el siguiente contacto con el suelo, cuando el miembro inferior se desplaza hacia delante superando al otro para dar el siguiente paso (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012). En relación a la duración del ciclo de marcha, la fase de apoyo constituye, en condiciones de normalidad, a la velocidad espontáneamente adoptada por el sujeto, alrededor de un 60% del ciclo. Por su parte, la fase de oscilación representa el 40% restante. Lo mismo sucede para el miembro contralateral, desplazado un 50% en el tiempo, lo que revela la existencia de dos fases de apoyo bipodal o doble apoyo, de un 10% de duración cada una, que se producen cuando ambos pies están en contacto con el suelo y el apoyo del cuerpo es transferido desde la pierna de atrás hacia la pierna avanzada. La duración relativa de cada una de estas fases depende fuertemente de la velocidad, aumentando la proporción de la oscilación frente al apoyo al aumentar la misma, acortándose progresivamente los períodos de doble apoyo, que desaparecen en la transición entre marcha y carrera (Sánchez Lacuesta, 2005).

Igualmente, estas fases pueden subdividirse (Figura 5), de tal forma que en la periodo de carga se distinguen cinco fases: contacto inicial, cuando el talón del pie toma un primer contacto con el suelo; respuesta a la carga o apoyo inicial, cuando el pie hace contacto total con el suelo; apoyo medio monopodal, que

implica la totalidad de la planta del pie, en este momento se inicia la fase de balanceo de la extremidad inferior contralateral; fase de apoyo posterior o despegue, en la que mientras la rodilla se encuentra en extensión, el sóleo y los gemelos impulsan la extremidad levantando el talón del suelo, además, la musculatura abductora y el cuádriceps mantienen la extremidad inferior contralateral estable y evitan que bascule la pelvis, de esta manera, el peso es impulsado hacia delante y se consigue avanzar; por último, la fase de preoscilación, de transición entre el periodo de soporte y el periodo de balanceo (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012; Daza Lesmes, 2007). Asimismo, el periodo de oscilación se divide en despegue (oscilación inicial), oscilación media y extensión (oscilación final) (Carr & Shepherd, 2004; Daza Lesmes, 2007).



**Figura 5.** Fases del ciclo de la marcha (adaptado de Daza Lesmes, 2007).

La distancia, medida en la dirección de progresión, que separa el apoyo inicial del pie derecho del apoyo inicial del pie izquierdo, se denomina longitud del paso izquierdo. Análogamente se define la longitud del paso derecho, y la suma de ambas coincide con la longitud de la zancada. El tiempo de paso izquierdo es el

tiempo transcurrido en la consecución del paso izquierdo y equivale a la suma del tiempo de oscilación izquierdo y el tiempo de doble apoyo inmediatamente anterior, que corresponde a la etapa de despegue del pie izquierdo (Sánchez Lacuesta, 2005). El tiempo empleado en cada paso es similar, así como la distancia cubierta en cada paso durante el avance (Carr & Shepherd, 2004). La separación lateral entre los apoyos de ambos pies, normalmente medida entre los puntos medios de los talones, es la anchura del paso. Al ángulo entre la línea media del pie y la dirección de progresión se le conoce como ángulo del paso (Sánchez Lacuesta, 2005).

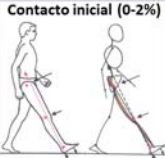
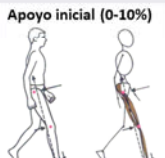
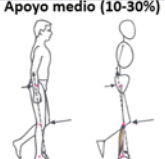

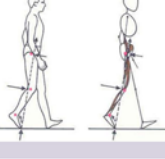
#### 1.4.2.1. Cinemática

Las variables cinemáticas describen el desplazamiento del cuerpo mediante el registro de las variaciones angulares de las articulaciones y los movimientos relativos de los segmentos corporales en el espacio. Del mismo modo, se registra la longitud del paso y la velocidad del movimiento (Cifuentes, Martínez & Romero, 2010).

Durante la marcha, los principales desplazamientos angulares de las articulaciones de la extremidad inferior se producen en el plano sagital al moverse el cuerpo hacia delante (Tablas 8 y 9).

Sin embargo, se necesitan movimientos tridimensionales para poder avanzar la extremidad inferior y para transferir el peso corporal de una extremidad de apoyo a la otra. Por ejemplo, la pelvis, que se mueve mediante las articulaciones de cadera y de la columna lumbar, rota, se inclina y se desplaza lateralmente, en función de factores tales como la longitud muscular y la de la zancada. Asimismo, los hombros rotan y los miembros superiores se balancean en desfase con el desplazamiento de la pelvis y de los miembros inferiores (Carr & Shepherd, 2004).

**Tabla 8.** Análisis de la marcha normal en el plano sagital. Fase de apoyo. Adaptado de Daza Lesmes, 2007.

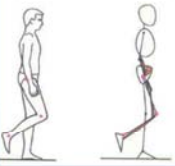
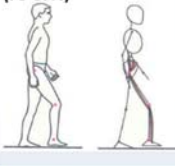
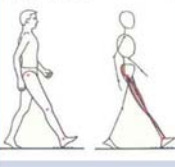
Orientación espacial de la fuerza de reacción del suelo	Articulación y posición articular al final de la fase	Momento de fuerza	Acción muscular	Tipo de contracción y comentarios
<b>Contacto inicial (0-2%)</b> 	<b>Tobillo</b> Neutra 0°	Plantiflexor	DFs: TA, extensor común de los dedos y extensor largo del primer dedo	EC, mantiene posición neutra tobillo y articulación subastragalina. Primer rodillo de talón, los DF traccionan tibia hacia delante
	<b>Rodilla</b> Neutra 0°	Extensor	CDC e ISQ	Al inicio, CDC e ISQ con contracción CC y EC, respectivamente estabilizan posición neutra de rodilla. Después el momento extensor es pasivo, la rodilla se bloquea sin acción muscular
	<b>Cadera</b> Flexión 30°	Flexor (alta intensidad)	Extensores de cadera: glúteo mayor e ISQ	
<b>Apoyo inicial (0-10%)</b> 	<b>Tobillo</b> PF 10°-15°	Plantiflexor	DFs: TA, extensor común y extensor largo del primer dedo	EC, amortigua impacto peso corporal. Fin rodillo talón. Inicio rodillo tobillo
	<b>Rodilla</b> Flexión 10°-15°	Flexor	CDC	EC, amortigua y control de la flexión por el CDC
	<b>Cadera</b> Flexión 30°	Flexor (alta I)	Extensores de cadera: glúteo mayor e ISQ	
<b>Apoyo medio (10-30%)</b> 	<b>Tobillo</b> DF 5°-8°	Dorsiflexor	Pfs: gemelos y sóleo	EC, rodillo de tobillo
	<b>Rodilla</b> Flexión 5°	Extensor	CDC al inicio	EC al inicio, después se genera momento extensor y suficiente estabilidad pasiva para preservar posición
	<b>Cadera</b> Flexión 10°	Extensor	Extensores al inicio	
<b>Apoyo final (30-50%)</b> 	<b>Tobillo</b> DF 10°-12°	Dorsiflexor (alta I)	Pfs: gemelos y sóleo	CC, despegue del talón, rodillo de antepie
	<b>Rodilla</b> Neutra 0°	Extensor (baja I)	No hay actividad muscular	Estabilidad pasiva
	<b>Cadera</b> Ext. 10°	Extensor (alta I)	Flexores de cadera: psoas mayor, iliaco y tensor de la fascia lata	
<b>Preoscilación (50-60%)</b> 	<b>Tobillo</b> PF 20°	Dorsiflexor	Pfs: gemelos y sóleo	CC al inicio, pero disminuye hasta anularse cuando los dedos se separan del suelo
	<b>Rodilla</b> Flexión 30°-40°	Flexor	CDC	EC al inicio, luego pasivo
	<b>Cadera</b> Neutra 0°	Flexor	Flexores de cadera: aductor medio y mayor, recto anterior, sartorio, psoas mayor e iliaco	

DFs, dorsiflexores; Ext., extensión; TA, tibial anterior; EC, excéntrica; CDC, cuádriceps; ISQ, isquiotibiales; CC, concéntrica; PF, plantiflexión; I, intensidad; Pfs, plantiflexores.

Si estos movimientos de la pelvis se analizan en detalle se estima que esta rota sobre un eje vertical unos 4° en cualquiera de los sentidos. Dado que la pelvis en sí es una estructura rígida, este giro se produce alternativamente en cada articulación de la cadera, pasando de una relativa rotación interna a una rotación

externa en la fase de apoyo. Asimismo, este movimiento también se produce en las articulaciones de la columna.

**Tabla 9.** Análisis de la marcha normal en el plano sagital. Fase de oscilación. Adaptado de Daza Lesmes, 2007).

Orientación espacial de la fuerza de reacción del suelo	Articulación y posición articular al final de la fase	Momento de fuerza	Acción muscular	Tipo de contracción y comentarios
<b>Oscilación inicial (50-73%)</b> 	<b>Tobillo</b> PF 5-10°	Dorsiflexor	DFs: TA, extensor común de los dedos y extensor largo del primer dedo	CC, levanta el pie y previene su arrastre en sincronía con la flexión de cadera y rodilla
	<b>Rodilla</b> Flexión 50°-60°	Flexor	Porción corta del bíceps crural, sartorio y recto interno del muslo	El momento flexor de cadera generado por estos músculos favorece la flexión de rodilla y, con ello, la separación del pie y el avance de la extremidad inferior
	<b>Cadera</b> Flexión 20°	Flexor	Flexores de cadera: psoas mayor, iliaco, sartorio, recto interno, recto anterior, aductor mediano y mayor	CC, promueve la aceleración angular en sentido de la flexión de cadera y rodilla
<b>Oscilación media (73-87%)</b> 	<b>Tobillo</b> Neutro 0°	Dorsiflexor	DFs: TA, extensor común de los dedos y extensor largo del primer dedo	EC, amortiguación impacto peso corporal. Fin rodillo talón. Inicio rodillo tobillo
	<b>Rodilla</b> Flexión 30°	Extensor	ISQ	Al inicio pasivo, al final EC para desacelerar la extensión de rodilla
	<b>Cadera</b> Flexión 30°	Flexor	Psoas mayor e iliaco	CC, para continuar la flexión de la cadera, al final, disminuye su actividad hasta anularla
<b>Oscilación final (87-100%)</b> 	<b>Tobillo</b> Neutro 0°	Dorsiflexor	DFs: TA, extensor común de los dedos y extensor largo del primer dedo	ISM, para preservar la posición neutra y preparar el siguiente contacto inicial
	<b>Rodilla</b> Neutro 0°	Extensor	ISQ y CDC	1ª mitad de fase: EC (ISQ), desacelera flexión de rodilla y favorece estabilidad articular 2ª mitad de fase: CC (CDC) facilita extensión completa de rodilla en acción sincrónica con la rotación pélvica para producir el "alargamiento" relativo de la extremidad inferior y preparar el siguiente contacto inicial
	<b>Cadera</b> Flexión 30°	Flexor	ISQ, glúteo mayor y aductor mayor	EC, desacelera extremidad y controla flexión de cadera como preparación a la siguiente fase

DFs, dorsiflexores; TA, tibial anterior; CC, concéntrica; EC, excéntrica; ISQ, isquiotibiales; ISM, isométrica; CDC, cuádriceps.

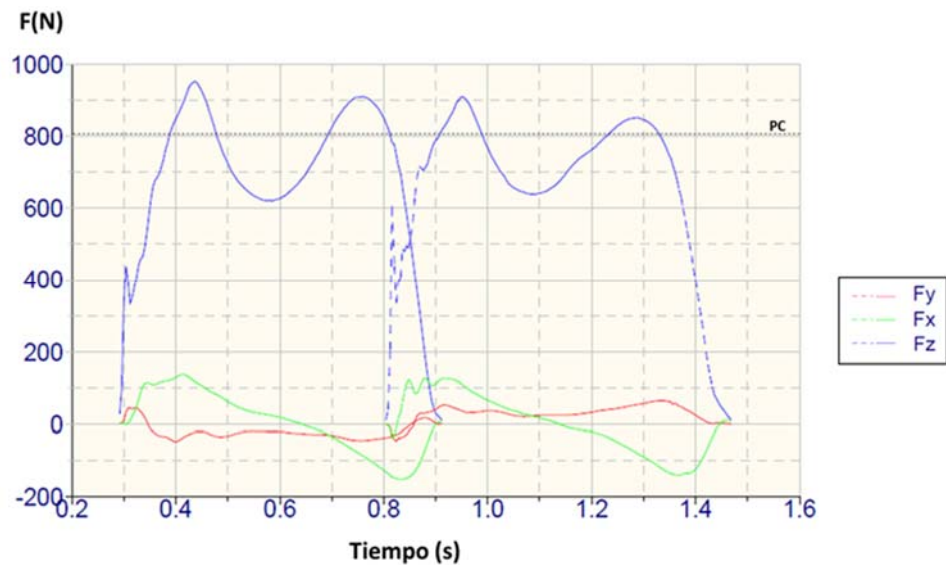
Por otro lado, la pelvis se inclina adelante y atrás, movimientos que se localizan en las articulaciones de las caderas y la columna lumbar. La máxima inclinación hacia delante ocurre en las fases media y tardía del apoyo y en la oscilación terminal, con una excursión media de 3°. El movimiento está controlado por la

gravedad, la inercia y la acción de los músculos flexores y extensores de la cadera, así como por la longitud de los tejidos blandos. Por último, la desviación horizontal de la pelvis se produce cuando el centro de masa corporal (CMC) se desplaza lateralmente para la preparación del apoyo monopodal. Este desplazamiento implica la aducción de la cadera de la extremidad de apoyo. El ángulo tibiofemoral actúa como limitación mecánica y permite a la tibia mantener su posición vertical mientras la cadera se aduce levemente. La amplitud del desplazamiento lateral (4-5 cm) está parcialmente determinada por la activación de los músculos abductores de la cadera y los extensores de la rodilla en el apoyo medio. Asociado a este desplazamiento se produce la inclinación de la pelvis hacia abajo respecto al plano horizontal, y por el lado contrario a la extremidad de apoyo. El desplazamiento ocurre en la articulación de las caderas, con aducción de la cadera de apoyo y abducción de la cadera basculante, y en las articulaciones de la columna lumbar. Para compensar el efecto de este “alargamiento” de la extremidad inferior en fase de oscilación, la rodilla se flexiona “acortando” la extremidad y permitiendo su basculación (Carr & Shepherd, 2004).

#### 1.4.2.2. Cinética

Se consideran características cinéticas las fuerzas de reacción, momentos y presiones que se registran durante el apoyo de los miembros inferiores (Cifuentes, Martínez & Romero, 2010). Las plataformas dinamométricas son instrumentos capaces de medir las fuerzas de reacción que se ejercen sobre una persona cuando camina (Perry & Burnfield, 2010). La fuerza de reacción puede descomponerse en fuerza vertical ( $F_z$ ), mediolateral ( $F_y$ ) y anteroposterior ( $F_x$ ), atendiendo al plano en el que se sitúan sus vectores (Vivas Broseta, 2014) (Figura 6).

En detalle, el componente mediolateral indica el valor y la dirección de la fuerza aplicada en el plano frontal. Traduce la localización del apoyo (borde externo o interno del pie). El componente anteroposterior expresa la fuerza ejercida en la dirección de la marcha. El primer pico representa la fuerza de frenado y corresponde, en el caso de una marcha normal, a la fuerza ejercida por el talón en el sentido de la marcha. El segundo pico expresa la fuerza de propulsión y corresponde a la fuerza ejercida por el antepié en el sentido opuesto a la marcha. El componente vertical se puede descomponer en tres partes. El primer pico expresa la fuerza ejercida en el impacto del talón. Esta fuerza varía para una marcha normal entre el 110 y 120% del peso del cuerpo. La parte excavada de la curva coincide con el apoyo completo del pie. Finalmente, el segundo pico corresponde a la fuerza ejercida para despegar del suelo el pie que va a liberarse para avanzar. El valor de este pico es similar al primero en el caso de una marcha normal (Hoyos y cols., 2005; Laassel, 2002; Perry & Burnfield, 2010).



**Figura 6.** Patrón característico de las tres componentes de la fuerza de reacción sobre ambos pies en marcha humana normal, registrada mediante dos plataformas dinamométricas (extraído de Collado Vázquez y cols., 2003; Hoyos y cols., 2005). PC, peso corporal.

#### 1.4.2.3. Actividad muscular

Las variables de activación muscular evalúan la actividad eléctrica de los músculos durante el ciclo de marcha. Estas se registran por señales de electromiografía dinámica superficial. Además, otras variables registradas mediante el monitoreo del gasto cardiorrespiratorio permiten obtener una relación de consumo energético durante el movimiento (Cifuentes, Martínez & Romero, 2010).

En la marcha normal, cuando el sujeto camina a su velocidad idónea, los músculos producen solo una pequeña cantidad de la fuerza total necesaria para propulsar la masa corporal hacia delante, mientras que las fuerzas de reacción del suelo e inerciales aportan el resto. Los músculos se contraen y se relajan de una manera precisa y organizada. Su papel principal es aportar ráfagas de actividad muscular en el momento adecuado para iniciar, acelerar, decelerar y controlar el movimiento durante el ciclo de la marcha. Al progresar el ciclo, la acción muscular es primariamente isométrica o excéntrica, que son energías de contracción eficientes para mantener la postura erguida contra la gravedad y transferir energía entre segmentos. Las contracciones que acortan (concéntricas) se utilizan para aportar pequeños estallidos de potencia cuando se precisa un movimiento hacia delante (Carr & Shepherd, 2004).

Por lo tanto, mediante la electromiografía dinámica se observa que una gran parte de la energía muscular es absorbida por la deceleración más que por la progresión hacia delante. Así, los músculos cumplen tres funciones importantes durante la marcha: frenado de los segmentos arrastrados por la energía cinética, amortiguación de impactos y vibraciones, aceleración de los segmentos (en escasa medida) (Viel & Plas, 2002).



Por último, como aspecto fundamental de la autonomía de desplazamiento, cabe considerar el consumo energético. El gasto energético es una característica de cada individuo al enfrentarse a sus capacidades máximas y su medida de referencia es el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) (Casillas, 2002). A la velocidad de marcha habitual el consumo de oxígeno para adultos entre 20 y 59 años y entre 60 y 80 años no difiere significativamente, presentando de media 12,9 y 15,3ml/kg·min respectivamente (Waters, 2010).

### **1.4.3. Cambios relacionados con la edad**

Aunque es una observación común que los patrones de marcha cambien con la edad, no se sabe del todo cuántos de estos cambios observados en ancianos se deben al envejecimiento y cuántos a la menor actividad física o a las afecciones que acompañan el envejecimiento (Carr & Shepherd, 2004).

El patrón de marcha que presentan los individuos ancianos sanos no debe entenderse como una marcha patológica. Esta se define como cauta, procurando el máximo de estabilidad y seguridad, como si se caminase sobre suelo resbaladizo o en la oscuridad. Existe sin embargo, un desorden de la marcha de los ancianos, caracterizado por una exageración de los cambios que se producen, en individuos sanos, a edades avanzadas. Los cambios significativos comienzan a producirse entre los 60 y los 70 años de edad. Principalmente, disminuyen la longitud del paso y la velocidad, la cadencia muestra asimismo tendencia a descender, y aumenta la anchura del apoyo. El propósito de los cambios es mejorar la seguridad de la marcha: la disminución de la longitud del paso y el aumento de la anchura del apoyo simplifican el mantenimiento del equilibrio durante la marcha. La reducción de la cadencia lleva asociado un aumento relativo de la fase de apoyo, con lo que se incrementan los períodos de apoyo

bipodales y disminuye el porcentaje de apoyo monopodal (Sánchez Lacuesta, 2005).

Respecto a la cinemática, se produce una reducción total del rango de flexoextensión de la cadera, de la flexión de rodilla en la fase de oscilación y de la flexión plantar del tobillo en el despegue. Sin embargo, puesto que los patrones cinemáticos dependen de la cadencia y de la longitud del paso, ambos menores en la población anciana, los cambios observados pueden deberse al efecto de dichos parámetros, más que al de la edad. El movimiento vertical de la cabeza se reduce y aumenta su movimiento lateral, probablemente como consecuencia de los cambios en la longitud del paso, anchura del paso y velocidad. Asimismo, la trayectoria de los dedos durante la oscilación se modifica, en el sentido de aumentar la separación con el suelo, para ganar en seguridad. La elevación del talón durante el despegue es menor, y la actitud del pie es más cercana a la horizontal en el contacto de talón, estando ambos cambios relacionados con la reducción de la longitud de la zancada. Se modifica también la cinemática de los miembros superiores, con los codos más flexionados y los hombros más extendidos (Sánchez Lacuesta, 2005).

En resumen, la marcha en las personas mayores se caracteriza por disminución en la velocidad de la marcha y longitud del paso y aumento de la duración de la fase de doble apoyo. De igual manera, la literatura científica describe, en relación con la edad, disminución de la visión, la capacidad cardiovascular, la fuerza muscular, la flexibilidad articular y la masa ósea, aspectos que pueden influir en la marcha (Carr & Shepherd, 2004). Durante la locomoción, en el proceso de envejecimiento normal y en la mayoría de las alteraciones de la marcha de causa neurológica se observa un aplastamiento de la curva sinusoidal descrita por el CDG. Esta curva se origina por el desplazamiento lateral (debido al soporte monopodal alternativo) y vertical (debido al período oscilante alternativo) del

CDG y su aplastamiento indica una alteración del patrón de marcha normal (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012). Asimismo, en los individuos de más edad se observa una menor rotación de la pelvis en la deambulación en llano (Carr & Shepherd, 2004).

Cabe destacar que las adaptaciones observadas en población anciana sana están estrechamente interrelacionadas. Así, la debilidad relativa de la musculatura del anciano produce un despegue de la punta del pie menos vigoroso que conduce a una reducción de la velocidad y longitud del paso, con lo que aumenta el período de apoyo bipodal y disminuye el ángulo de abordaje del contacto del talón, aspectos ya influenciados por un sistema de control postural disminuido (Sánchez Lacuesta, 2005).

#### **1.4.4. Características de la marcha hemipléjica**

La disfunción en la marcha es frecuente en los individuos con alteraciones neurológicas, no solo debida a los trastornos relacionados con la lesión, sino también a las consecuencias cardiovasculares y osteomusculares del desuso y la inactividad física (Carr & Shepherd, 2004). La debilidad muscular y la parálisis, el control motor y el equilibrio dinámico deficientes, la resistencia cardiorrespiratoria alterada y la contractura de los tejidos blandos son los principales contribuyentes a la alteración de la marcha después de un ictus (Bowden, Embry & Gregory, 2011; Carr & Shepherd, 2004). Sin embargo, cabe recordar que otros factores adicionales pueden limitar la recuperación funcional, por ejemplo, la alteración de la sensibilidad, de la función cognitiva, así como variables personales y ambientales (Bowden, Embry & Gregory, 2011).

Las alteraciones tras el ictus implican, generalmente, un gasto de energía excesivo durante la marcha, que limita el tipo y la duración de las actividades (Carr & Shepherd, 2004). El gasto energético que se calcula midiendo el consumo

de oxígeno puede parecer elevado en la persona hemipléjica (de 1,06 a 1,49 cal/kg/m), pero si el consumo se expresa por minuto, los valores se aproximan a la normalidad (44 y 62 cal/kg/min). Por tanto, la lentitud de la marcha compensa su elevado gasto energético por metro recorrido (Pélissier & Asencio, 2002). Por lo general, las personas que padecen un ictus, particularmente las de edad avanzada, son incapaces de mantener con comodidad la velocidad de marcha más eficiente más allá de una distancia muy corta. Esto indica que la debilidad muscular, el aumento de la demanda de energía y la pobre forma física deterioran, a su vez, la capacidad de marcha. Así, estos sujetos suelen ajustar el ritmo de la marcha a la velocidad que les requiere menos energía y pueden no tener la aptitud de incrementar el ritmo de marcha sin aumentar las demandas de energía más allá de su propia capacidad. Por lo tanto, se ven reducidos a actividades muy limitadas en su entorno doméstico y necesitan la oportunidad de ejercitar y aumentar su velocidad de marcha y su resistencia (Carr & Shepherd, 2004).

Las técnicas modernas de análisis del movimiento proporcionan datos objetivos sobre la marcha hemipléjica. Respecto a los parámetros espaciotemporales (Tabla 10) se determina una velocidad de marcha reducida, una longitud del paso y velocidad de oscilación menores en el miembro inferior parético, así como una fase de apoyo más corta. La duración del doble apoyo (tiempo de transferencia del hemicuerpo afectado hacia el otro) está aumentada. Por tanto, existe un aumento de la duración de los dobles apoyos y de las fases de carga a expensas de las fases de oscilación. Se observa variabilidad en la longitud de la zancada y en la duración de las fases del ciclo, así como asimetría del paso en el hemicuerpo afectado respecto al otro. Por lo tanto, la capacidad para andar más deprisa está considerablemente disminuida por la imposibilidad de reducir la duración y alargar el paso (Carr & Shepherd, 2004; Prat, 2005). Un hallazgo típico es que la

fase de apoyo de la extremidad no parética es más larga y ocupa una mayor porción del ciclo de la marcha que la parética (Carr & Shepherd, 2004). Los registros correspondientes a una etapa más avanzada de recuperación muestran una simetría de comportamiento entre el lado no parético y el parético, en contraposición con el sujeto con un menor grado de recuperación (Prat, 2005). Asimismo, a igual velocidad, por comparación con una población de individuos sanos de edad, talla y peso semejantes, la población hemipléjica realiza pasos más cortos y breves (Pélissier & Asencio, 2002), característica que se acompaña de una reducción de los movimientos en todas las articulaciones (Prat, 2005).

**Tabla 10.** Adaptaciones espaciotemporales de la marcha tras ictus. Adaptado de Carr & Shepherd, 2004.

Disminución de la velocidad de la marcha.
Longitud del paso y la zancada cortos o desiguales.
Aumento de la anchura de la zancada.
Aumento de la fase de doble apoyo.
Dependencia del auxilio de las manos para el apoyo.

Por otro lado, el análisis cinemático en el plano sagital revela en la cadera, insuficiencia de la extensión durante la fase de apoyo y de la flexión durante la fase de oscilación; en la rodilla, insuficiencia de flexión (incluso recurvatum) durante la fase de apoyo e insuficiencia de flexión durante el despegue y en la fase de oscilación. En el tobillo, insuficiencia de flexión plantar en la fase de apoyo y exceso de la misma en el contacto inicial (pie caído, pie equino) (Carr & Shepherd, 2004; Pélissier & Asencio, 2002). Cabe indicar que alguno de estos cambios en los desplazamientos angulares, como por ejemplo la disminución de la extensión de la cadera al final de la fase de apoyo, se pueden atribuir a diferencias en la velocidad de marcha (Carr & Shepherd, 2004).

**Tabla 11.** Causas de las desviaciones cinemáticas típicas. Extraído de Carr & Shepherd, 2004.

Fase	Desviación cinemática típica	Causa
<b>Apoyo inicial</b>	DF tobillo limitada	Activación disminuida TAs. Contractura o rigidez de gemelos y sóleo con activación prematura.
	Ausencia Flex rodilla (hiperextensión de rodilla)	Contractura del sóleo. Control CDC limitado a 0-15°.
<b>Mitad del apoyo</b>	Ausencia Ext de rodilla (la rodilla permanece flexionada 10-15°, con DF excesiva de tobillo).	↓activación gemelos y sóleo para controlar el movimiento del MI hacia delante en el tobillo (DF del tobillo). Activación sinérgica limitada EXT del MI.
	Rigidez de la rodilla (hiperextensión).	Contractura del sóleo. Adaptación miedo a que claudique extremidad por debilidad músculos que rigen rodilla.
	Limitación Ext cadera y DF tobillo, con incapacidad poner masa corporal delante del pie.	Contractura del sóleo.
	Desplazamiento pélvico lateral excesivo.	↓capacidad para activar los músculos ABD de la cadera de apoyo y controlar los músculos EXT de la cadera y la rodilla.
<b>Final del apoyo (pre-oscilación)</b>	Ausencia Flex rodilla y plantar tobillo, necesarias para avance y preparación a la oscilación.	Debilidad de gemelos y sóleo.
<b>Oscilación inicial e intermedia</b>	Flex limitada de la rodilla. (Normalmente 35-40°, que aumenta a 60° en el balanceo y el despegue de los dedos). ♦♦	Rigidez aumentada o actividad sin oposición rectos femorales biarticulares. ↓activación de los músculos isquiotibiales.
	Flex cadera limitada al levantar los dedos y en el balanceo intermedio.	↓activación FLEX de cadera.
	DF del tobillo limitada.	Puede ser Flex enlentecida de rodilla más que ↓ de la actividad dorsiflexora. Rigidez y contractura gemelos y sóleo.
<b>Fase terminal de la oscilación</b>	Limitación Ext rodilla y DF tobillo que limita el contacto del talón y la recepción del peso.	Contractura o rigidez de gemelos y sóleo. ↓actividad dorsiflexora.

DF, dorsiflexión; Flex, flexión; TAs, tibiales anteriores; CDC, cuádriceps; Ext, extensión; EXT, extensores; MI, miembro inferior; ABD, abductores; FLEX, flexores. ♦♦NOTA: Los mecanismos que impiden la flexión de rodilla en la preoscilación reducen la capacidad para el avance normal de la extremidad. Una flexión insuficiente de rodilla requiere una acción adaptativa de los segmentos adyacentes para conseguir el avance de la extremidad y el despegue del pie. Las adaptaciones típicas a la limitación de la flexión de la rodilla y cadera son la excursión de la cadera y un aumento de la inclinación posterior de la pelvis, o la circunducción de la extremidad.

A pesar de que los mecanismos subyacentes a las limitaciones de la marcha son complejos y multifactoriales, es posible identificar algunas causas de las limitaciones funcionales observadas, así en la Tabla 11 se explican las causas de las principales desviaciones cinemáticas típicas de la marcha tras ictus (Carr & Shepherd, 2004).

Respecto a los perfiles de potencia (Tabla 12), estos tienden a decrecer en la medida en que se enlentece la marcha, aunque existe un parecido relativo entre los perfiles de potencia del hemicuerpo parético y del no parético (Pélissier & Asencio, 2002).

**Tabla 12.** Características más relevantes de los perfiles de potencia en la marcha hemipléjica. Adaptado de Pélissier & Asencio, 2002.

<b>Cadera</b>	Contacto inicial	Debilidad de la contracción concéntrica de los extensores de cadera
	Oscilación	Debilidad contracción concéntrica flexores de cadera
<b>Rodilla</b>	El frenado por los extensores durante el contacto inicial y la propulsión solo están claramente individualizados en los hemipléjicos que han adquirido una marcha rápida	
<b>Tobillo</b>	Propulsión	La contracción concéntrica de los flexores plantares del tobillo en la propulsión no se presenta a velocidad lenta y, si lo hace, es poco marcada

La calidad de la marcha depende de la recuperación del control voluntario, de los trastornos del tono y del equilibrio dinámico. La aparición de un trastorno del pie (pie caído, pie espástico y equinovaro espástico, garras tónicas de los dedos) compromete el resultado funcional. Se aconseja una exploración clínica programada (Tabla 13) para su identificación y correcta planificación del tratamiento (Pélissier & Asencio, 2002).

**Tabla 13.** Exploración clínica programada trastornos del pie tras ictus (Pélissier & Asencio, 2002).

Exploración del sujeto (se estudia el desarrollo del paso en ciclos de marcha sucesivos)	El ciclo de la marcha está alterado por las secuelas de la hemiplejía	Pérdida del contacto de talón
		Apoyo monopodal en el hemicuerpo afectado más breve que en el otro
		Longitud del paso reducida y flexión insuficiente de rodilla afectada en la fase de oscilación
		El apoyo del pie afectado es plantígrado, por tanto, el retropié tiene alineación correcta sin varo ni valgo
Exploración podológica	Buscar estigmas cutáneos de un conflicto pie-zapato	Enrojecimiento cutáneo de hiperapoyo maleolar interno o externo
		Enrojecimiento o erosión cutáneo en cara dorsal de las articulaciones interfalángicas
		Enrojecimiento o erosión cutáneo en yemas cuando existen dedos en garra
Exploración calzado	Asimetría del desgaste de la suela	
	Deformación de la caña	
Evaluación motriz del MI afectado	Búsqueda de factores limitantes de la movilidad tibiotarsiana	Limitación de la DF por retracción del tendón de Aquiles (explorada con la rodilla flexionada)
		Limitación de la flexión dorsal por retracción de los gemelos (explorada con la rodilla extendida)
		Búsqueda de varo rígido con retracción del tibial posterior y del plano capsuloligamentoso interno
	Evaluar espasticidad tríceps (MAS)	Sóleo (se evalúa con la rodilla flexionada)
		Tríceps, incluyendo gemelos (rodilla en Ext)
	Control voluntario de los músculos del pie	Tibial anterior analítico (con disociación de los movimientos de tobillo y rodilla)
		Tibial anterior automático (con triple flexión del tobillo, rodilla y cadera, con cocontracción del extensor largo del primer dedo)
		Explorar peroneos y extensor largo de los dedos con el movimiento de eversión del pie con extensión de los dedos
Movilidad de los dedos (garra y reductibilidad) y control voluntario	Flexor largo de los dedos	
	Flexor largo del dedo gordo (disociado o asociado a una contracción sincinética del tríceps)	

MI, miembro inferior; MAS, escala modificada de Asworth; DF, dorsiflexión, Ext, extensión

Respecto a la cinética y para terminar este capítulo, las principales características de las fuerzas de reacción durante la marcha en personas con hemiplejía son la asimetría en el reparto de cargas entre ambas extremidades inferiores y la presencia de un patrón de marcha anormal (Kim & Eng, 2003). A pesar del hecho de que existe una gran variabilidad morfológica de las curvas de fuerza (Kim & Eng, 2004), se describen como frecuentes algunas variaciones en el componente



vertical en personas tras ictus en comparación con sujetos sanos. Estas variaciones incluyen un descenso en la magnitud del componente vertical, asociado sobre todo con el movimiento de propulsión. En individuos sanos, se evidencia una relación entre la velocidad de la marcha y el estallido de potencia en el momento de la propulsión y del levantamiento de los dedos. Por lo tanto, puesto que el apoyo (la carga de la extremidad) es imprescindible para mantener la postura erguida y que la capacidad de empujarse y levantar el pie establece las condiciones para la propulsión y la oscilación, la reeducación de la marcha se debe centrar inicialmente en esos aspectos (Carr & Shepherd, 2004).

## **1.5. Fisioterapia tras ictus**

### **1.5.1. Evolución histórica de la fisioterapia tras ictus**

La hemiplejía, como ya se indicó, destaca como la consecuencia física más frecuente del ictus. Sin embargo, en el tratamiento fisioterápico se deben considerar también las secuelas perceptivas, cognitivas, sensitivas y de comunicación, entre otras (Verheyden & Ashburn, 2013). En este sentido, cabe destacar, que las deficiencias cognitivas, dependen del hemisferio cerebral lesionado. Así, la hemiplejía derecha se asocia a deficiencia del lenguaje, del gesto y de la comunicación; mientras que la hemiplejía izquierda se relaciona con deficiencia del reconocimiento y de la exploración del espacio y del propio cuerpo, lo que clásicamente se conoce como síndrome de negligencia unilateral o heminegligencia (Daviet y cols., 2002).

Diversos enfoques de fisioterapia se pueden utilizar en el tratamiento de las secuelas físicas tras ictus. A continuación, se realiza una breve descripción de los más relevantes teniendo en consideración su contexto histórico. Así, antes de 1940, la fisioterapia tras ictus consiste fundamentalmente en ejercicios

correctivos basados en principios ortopédicos relacionados con la contracción y la relajación de los músculos, con énfasis en la recuperación de la función mediante la compensación con las extremidades no afectadas, este enfoque se conoce como ortopédico o tradicional (Beaudoin & Fleury, 1995; Mayston, 2002; Pollock y cols., 2014). Cabe destacar que el SNC se considera, hasta hace aproximadamente 50 años, una estructura estática con una inmodificable e irreparable función. De ahí que según esta hipótesis, la lesión del mismo solo se puede tratar mediante estrategias de compensación (Gómez-Soriano & Taylor, 2012).

Sin embargo, a partir de 1950-1960, la evidencia empírica de recuperación funcional tras lesión cerebral abre la puerta al desarrollo de técnicas que se basan en el conocimiento neurofisiológico disponible en la época, con el objetivo de aumentar la recuperación del hemicuerpo afectado. De este modo, las técnicas pertenecientes al enfoque neurofisiológico se constituyen sobre un modelo teórico de control jerárquico del movimiento, buscan mejorar la calidad del movimiento del hemicuerpo parético y tienen un denominador común: la utilización de los reflejos y estímulos sensitivos para inhibir o provocar una respuesta muscular (Beaudoin & Fleury, 1995). Se incluyen los métodos Bobath (Bobath, 1997; Davies, 2002; Paeth, 2006; Raine, Meadows & Lynch-Ellerington, 2009), Brunnström (Armenta, 2003; Brunnstrom, 1979;), Rood (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012) y el enfoque de facilitación neuromuscular propioceptiva (Adler, Beckers & Buck, 2014; Hernando-Rosado & del Rosario-García, 2012). Destaca entre ellos, el concepto Bobath, también conocido como enfoque de neurodesarrollo, ya que es el más difundido en el mundo de la neurorrehabilitación. Su idea clave es la modificación de los patrones posturales anormales consecuencia de la lesión neurológica con el objetivo de favorecer un movimiento lo más cercano posible a la normalidad y

de la forma más funcional. En la actualidad, se considera un concepto vivo que explora y desarrolla nuevas vías de tratamiento (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012). Sin embargo, suscita ciertas críticas ya que se trata de un enfoque eminentemente pasivo, tiene una visión unidimensional del SNC y concede demasiada importancia al movimiento automático en detrimento del control consciente (Beaudoin & Fleury, 1995).

En la década de 1950, también se desarrolla por el neurólogo italiano Carlo Perfetti, el denominado ejercicio terapéutico cognoscitivo. Este método, que se da a conocer con posterioridad, sostiene que debido a las lesiones neurológicas, se pierde la capacidad de reconocer el medio, de interpretarlo y de hacerle frente a través de los movimientos. Esta técnica se fundamenta en que los procesos cognitivos contribuyen al desarrollo de nuevas habilidades motoras y, por tanto, consiste en proponer hipótesis perceptivas que la persona debe resolver mediante el desplazamiento de segmentos corporales y la secuenciación de acciones motoras, guiados siempre por el terapeuta (Bisbe Gutiérrez, Bonito Gadella, Martínez Fuentes & Martínez García, 2005; Perfetti 1998; Rodríguez-Larrad y cols., 2012; Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012).

El desarrollo de la tecnología en el campo de las técnicas de neuroimagen funcional y la evidencia empírica respecto a la recuperación del SNC suponen el motor para la investigación científica en torno a la idea del potencial dinámico del mismo. De esta forma, los descubrimientos de los últimos 20 años conceden cierta capacidad de recuperación al SNC, que puede ser favorecida por diferentes estrategias de neurorrehabilitación. Así, en lesiones cerebrales se puede observar una recuperación parcial espontánea que tiene lugar en los primeros meses de evolución. Durante los primeros días, la recuperación se relaciona con fenómenos vasculares, como la disminución del edema, la reducción de la zona de penumbra y el papel de vasos colaterales, que favorecen la irrigación del área

tisular dañada. Los cambios producidos durante la fase subaguda pueden estar relacionados con la activación de mecanismos como el brote de las fibras nerviosas ilesas y la reorganización de los campos corticales sensitivomotores. El papel del hemisferio sano se debe considerar en la recuperación espontánea de las lesiones cerebrales ya que la actividad del tracto corticoespinal del lado contralateral al del ictus también puede participar en el proceso de recuperación funcional en personas con hemiplejía (Gómez-Soriano & Taylor, 2012; Pozas, 2010).

La recuperación funcional que ocurre de forma espontánea tras la lesión suele ser a menudo limitada o insuficiente (Gómez-Soriano & Taylor, 2012). Asimismo, se evidencia que la rehabilitación física tiene un efecto beneficioso en la recuperación funcional tras ictus si se compara con ningún tratamiento, y se observa que este efecto persiste más allá de la duración de la intervención (Pollock y cols., 2014). Por ello, se deben promover terapias rehabilitadoras que favorezcan la neuroplasticidad residual, con el propósito de obtener la máxima recuperación funcional que logre mejorar la calidad de vida de la persona. En este sentido, la participación activa del sujeto adquiere gran importancia en el proceso de neurorrehabilitación. El aprendizaje activo ha demostrado ser mejor que las metodologías pasivas, debido a que se involucran diversos sistemas moduladores del SNC que median sobre la activación, la percepción, la memoria, la atención, las emociones, etc. Básicamente, el entrenamiento activo potencia la neuroplasticidad, disminuyendo la expresión de moléculas inhibitorias, favoreciendo la liberación de factores neurotróficos o modificando la estructura dendrítica de las motoneuronas (Gómez-Soriano & Taylor, 2012). Así, en la década de los ochenta se propone el enfoque de reaprendizaje motor orientado a la tarea (Carr & Shepherd, 2004) que sugiere que la práctica activa de tareas motoras en el contexto específico con retroalimentación apropiada promueve el

aprendizaje y la recuperación motora (Pollock y cols., 2014). Este enfoque se inspira, por una parte, en el modelo dinámico de los sistemas que explica el control motor y, por otra parte, en las teorías más recientes concernientes al aprendizaje (Beaudoin & Fleury, 1995; Sánchez-Cabeza & Arana-Echevarría, 2012).

Por tanto, en este punto de la evolución histórica de los enfoques de fisioterapia neurológica en el adulto, se reemplaza la noción de organización jerárquica del SNC por la de un sistema complejo de interacciones en el que un control multisistémico ejerce influencias en paralelo sobre el comportamiento motor con vistas a la realización de una tarea específica. De este modo, el sistema nervioso se considera solo uno más de los sistemas de ese conjunto, siendo objeto de atención en el tratamiento fisioterápico otros que ocupan un lugar importante en la realización del movimiento, en particular el sistema musculoesquelético y los factores relativos al entorno, ya que el sistema nervioso parece adaptarse a las limitaciones impuestas por estos dos sistemas. El enfoque terapéutico influido por la teoría de los sistemas y por las técnicas recientes de aprendizaje, está orientado hacia la realización de objetivos funcionales. Es decir, no pretende normalizar el movimiento, ni siquiera el tono, sino poner en acción todos los recursos de la persona: sus características personales (cognitivas, psicológicas, sensoriomotoras) y las de su entorno (físico, socioeconómico, cultural). El papel del fisioterapeuta no consiste en suprimir un esfuerzo que, a priori, parece torpe, sino en favorecer con los recursos disponibles, la eclosión de la estrategia motriz más apropiada en un determinado contexto (Beaudoin & Fleury, 1995). En este proceso de readquisición de una habilidad motora, para lograr la máxima recuperación, desempeñan un papel esencial las actuales teorías sobre el aprendizaje motor y, en particular, los siguientes factores: la fase de aprendizaje en la que se encuentre el individuo, las características de las

tareas, la retroalimentación y la organización de la práctica terapéutica. Cabe destacar que el fin del reaprendizaje motor es la generalización de las habilidades adquiridas durante el proceso de rehabilitación a las AVD de la persona (Sánchez-Cabeza & Arana-Echevarría, 2012).

En esta línea de entrenamiento repetitivo orientado a la tarea se proponen diversos abordajes para la recuperación motriz voluntaria, a parte del enfoque de reaprendizaje motor orientado a la tarea, como por ejemplo, la terapia de restricción del lado sano (constraint-induced movement therapy, CIMT), el enriquecimiento ambiental o los programas de ejercicio físico (Gómez-Soriano & Taylor, 2012).

El término CIMT se usa para denominar un conjunto de modalidades de tratamiento cuya característica común es desfavorecer el uso del miembro superior no afectado o menos afectado, combinándolo con entrenamiento intensivo del miembro parético. Se fundamenta en las investigaciones realizadas al final de la década de 1970 y principios de la de 1980 por el Dr. Taub, quien enuncia la teoría del desuso aprendido. Esta afirma que se aprende a evitar el miembro afectado como resultado de un proceso de aprendizaje, en el que los intentos de uso de dicho miembro son reforzados negativamente por las consecuencias de los intentos (ej: fracaso al alcanzar un objeto, etc.). Este concepto, aunque interesante, no considera ciertos factores; por ello, Sunderland y Tuke desarrollan un modelo que considera las relaciones estructurales y funcionales, haciendo referencia al aprendizaje compensatorio, que es una forma de compensación diferente del uso compensatorio del miembro sano y que incluye factores conductuales (como atención, motivación y sensación de esfuerzo) que contribuyen a la adquisición de habilidades motoras por parte del sujeto (Roldán-Laguarta y cols., 2012).

Asimismo, el éxito de los programas intensivos de rehabilitación, frente a los extensivos, sitúa el parámetro de la intensidad del entrenamiento como elemento clave en el proceso rehabilitador. En este sentido, cabe destacar que en el campo del ictus se proponen la intensidad, junto con la duración y el tiempo de inicio, como factores claves del proceso neurorrehabilitador. En la actualidad, se estudia la influencia de los programas intensivos de entrenamiento en la liberación de factores neurotróficos, moléculas relacionadas con la neurorregeneración. De tal forma que se observa un aumento en las concentraciones del factor BDNF (factor neurotrófico derivado del cerebro) en las motoneuronas tras la realización de programas intensivos de entrenamiento en animales de experimentación (Gómez-Soriano & Taylor, 2012).

Respecto al ejercicio físico y fortalecimiento muscular, los nuevos métodos de rehabilitación neuromuscular reconocen que la debilidad muscular de la persona con secuela de hemiplejía constituye un problema en sí mismo. Los trastornos del control motor no se relacionan únicamente con la hiperreflexia o la hipertonía, sino, sobre todo, con la dificultad de generar una fuerza apropiada y de mantener y coordinar la actividad motriz en el momento de un ejercicio específico. En el caso de la persona afectada por un ictus, se observa una disminución del número de unidades motoras así como de su reclutamiento, una atrofia de las fibras musculares rápidas (tipo II) y una fatigabilidad de las fibras lentas (tipo I). Estos cambios fisiológicos son responsables, en gran medida, de la debilidad muscular. La fuerza del agonista se ve limitada, no solo por la del antagonista (cocontracción), sino también por los cambios experimentados en las propiedades viscoelásticas de los tejidos blandos (restricciones musculotendinosas). Por tanto, la resistencia al estiramiento está más relacionada con las propiedades mecánicas del músculo que con la espasticidad misma. El hemicuerpo sano de la persona con secuela de hemiplejía puede,

igualmente, presentar cierta debilidad (Beaudoin & Fleury, 1995). Los beneficios físicos y psicológicos del ejercicio están perfectamente establecidos en el individuo sin patología. En el caso de la persona con secuelas de ictus, el entrenamiento cardiorrespiratorio disminuye la discapacidad y se debe incluir dentro de los programas de rehabilitación (Saunders y cols., 2013). Además, el ejercicio físico previene la atrofia muscular y las contracturas musculotendinosas, mejora el tiempo de reacción de la respuesta muscular, aumenta la velocidad del movimiento, la fuerza y la resistencia muscular. Las técnicas más utilizadas son los ejercicios isométricos o isocinéticos, el ergociclo manual, la bicicleta ergonómica, tareas funcionales (Beaudoin & Fleury, 1995) y la cinta rodante con y sin soporte parcial de peso (Mehrholz, Pohl & Elsner, 2014).

Por otro lado, en este siglo, a raíz de los avances en la tecnología, se introducen nuevas técnicas en el tratamiento de las secuelas físicas del ictus con el objetivo de facilitar las sesiones de fisioterapia y mejorar los resultados del tratamiento. En este sentido, destaca el entrenamiento de la marcha asistido por aparatos electromecánicos (Mehrholz y cols., 2013), la biorretroalimentación electromiográfica para la recuperación de la función motora (Woodford & Price, 2007), la realidad virtual (Laver y cols., 2012) y la telerrehabilitación (Laver y cols., 2013).

### **1.5.2. Características específicas de la fisioterapia tras ictus en la población mayor**

El envejecimiento de la población y el aumento drástico de la incidencia de ictus en la tercera edad hace que, en la actualidad, adquiera una gran relevancia entender las diferencias relacionadas con la edad en la presentación del ictus y la resolución funcional de sus secuelas tras la rehabilitación. Asimismo, si la rehabilitación tiene como objetivo guiar al individuo hacia una vida en la que



pueda participar en la sociedad tanto como desee, parece lógico pensar que los sujetos con secuelas de ictus más jóvenes pueden presentar objetivos de rehabilitación diferentes de los de las personas más mayores (Quinn y cols., 2009). Sin embargo, no es práctica habitual una rehabilitación diseñada específicamente para los sujetos de edad avanzada que aborde los aspectos específicos del envejecimiento (Bachmann y cols., 2010). De tal modo que, al revisar la literatura científica actual se encuentran muchas intervenciones para conseguir la recuperación cognitiva y motora, así como, un número cada vez más elevado de ensayos clínicos aleatorizados y revisiones sistemáticas. A pesar de ello, la mayoría de estas no se dirigen de manera específica a un grupo de edad sino que, frecuentemente, engloban una variedad muy amplia de grupos de sujetos (Pinter & Brainin, 2012).

Para conocer la evidencia científica actual sobre la fisioterapia en el ictus en personas de edad avanzada se realiza, en julio de 2014, una revisión bibliográfica utilizando la siguiente metodología: la búsqueda se lleva a cabo en las principales bases de datos (MEDLINE, Embase, Cochrane Plus, CINAHL, PEDro y DARE) de forma que, mediante los operadores booleanos *OR* y *AND*, se combinan los términos *physical therapy/physiotherapy, stroke, elderly*. Las búsquedas se limitan a revisiones sistemáticas y meta-análisis publicadas en los últimos diez años (2004-2014) en inglés o castellano. Además, se filtran los resultados a estudios realizados en personas mayores de 65 años y en humanos. Se consideran criterios de inclusión en esta búsqueda: tratarse de una revisión sistemática y/o meta-análisis, edad de los sujetos incluidos en los estudios igual o mayor a 60 años, y versar sobre fisioterapia en el ictus o sobre fisioterapia en la persona mayor pero en este caso contemplar un grupo específico de pacientes con secuelas de ictus.

Tras la búsqueda, siete revisiones y/o meta-análisis cumplen los criterios de inclusión. Al compilar la información de los mismos con el objetivo de reflexionar sobre los efectos de la fisioterapia en el ictus en personas mayores y las particularidades de la aplicación del tratamiento fisioterápico en esta población, los hallazgos más relevantes se clasifican en tres apartados:

#### 1.5.2.1. Relación entre edad y estado funcional al alta hospitalaria tras ictus

Se trata de un aspecto ampliamente estudiado y controvertido, sin embargo, la literatura científica actual reconoce que para aquellos sujetos que presentan un deterioro funcional severo al ingreso hospitalario tras ictus, la edad avanzada se correlaciona con una menor mejora en los resultados funcionales al alta hospitalaria tras la rehabilitación, mientras que para las personas con un nivel funcional alto al ingreso, la edad no influye en el grado de mejora alcanzado (Black-Schaffer & Winston, 2004). Por tanto, no todas las personas mayores tras ictus obtienen peores resultados funcionales que las personas más jóvenes, sino que esto depende del estado funcional al iniciar la rehabilitación. Es decir, la severidad del ictus y el estado premórbido son fuertes predictores del pronóstico de rehabilitación (Quinn y cols., 2009). Sin embargo, también es cierto, que la edad muy avanzada se asocia con ictus más severos y discapacidad preexistente, por lo que el nivel funcional en el momento de admisión tras ictus tiende a ser inferior en las personas mayores (Black-Schaffer & Winston, 2004; Kammersgaard y cols., 2004).

En conclusión, la razón del mal pronóstico a corto plazo en las personas mayores tras ictus parece ser la dependencia preictus y la severidad del mismo en lugar de solo la edad avanzada per se (Kammersgaard y cols., 2004). Sin embargo, cabe destacar que estos autores concluyen también que tras ictus, la edad muy avanzada (mayor de 85 años) predice la mortalidad a corto plazo y el alta a

residencia o mortalidad en el hospital. Estos resultados coinciden con los de Wells y cols. (2003) que indican que los predictores de resultado favorable en la rehabilitación del ictus geriátrico son similares a los de la población más joven, por tanto, los peores resultados obtenidos en la rehabilitación en personas mayores tras ictus se asocian a la fragilidad y otras comorbilidades relacionadas con la edad.

#### 1.5.2.2. Relevancia de la fisioterapia en la persona mayor tras ictus

La evidencia actual apoya la eficacia de proveer fisioterapia tras ictus y la recomendación es no excluir a ningún individuo por su edad en las unidades de atención de ictus. De hecho, las personas de mayor edad obtienen el mayor beneficio (Quinn y cols., 2009). Sin embargo, cabe destacar la relevancia de una fisioterapia específicamente diseñada para sujetos geriátricos e incluida en programas de rehabilitación en concordancia con la definición de la OMS y el marco de los principios de la CIF que tiene en cuenta no solo la disfunción médica o biológica sino también los aspectos sociales de la discapacidad (Bachmann y cols., 2010). Estos programas deben incluir una valoración geriátrica multidimensional, una asignación estricta de las terapias, reuniones regulares con todos los profesionales sanitarios implicados en el cuidado del sujeto, objetivos adaptados de forma individual, intervenciones adaptadas a las necesidades del individuo y evaluaciones regulares del tratamiento con el equipo sanitario y la propia persona. Bajo esta premisa, se demuestra el potencial de la rehabilitación geriátrica para mejorar la función, la tasa de admisión a residencia tras el alta hospitalaria y la de mortalidad, aunque sigue sin estar claro el subgrupo de sujetos que más se benefician de este tipo de programas, la eficacia de las características de las intervenciones individuales y el impacto en la atención de salud de este tipo de programas, es decir, el costo-beneficio y las tasas de readmisión (Bachmann y cols., 2010).

Por otra parte, ya que la edad muy avanzada predice la admisión en residencia al alta hospitalaria tras ictus, cabe subrayar que Crocker y cols. (2013) en una revisión sistemática de Cochrane concluyen que la fisioterapia en gente mayor que vive en residencia es segura y efectiva, aumentando el estado físico y posiblemente mental. Sin embargo, no aclaran el tamaño y la duración de los efectos de la intervención de fisioterapia, así como, las técnicas específicas que son más beneficiosas y como estas se relacionan con las características de las personas mayores.

#### 1.5.2.3. Técnicas fisioterápicas más específicas para el tratamiento de la persona mayor tras ictus

En este apartado se pretende clarificar, en base a la evidencia científica actual, qué técnicas de fisioterapia presentan mayor eficacia en la recuperación funcional de las personas mayores tras ictus. En primer lugar, respecto a la recuperación de la función en las extremidades superiores, la CIMT demuestra ser la más efectiva siempre que el sujeto presente extensión activa de muñeca y dedos (Pinter & Brainin, 2012). Por lo tanto, conseguir esta extensión es de gran relevancia en la recuperación de la funcionalidad y la destreza de la extremidad superior tras ictus; por ello Meilink y cols. (2008) realizan una revisión sistemática con el objetivo de conocer si el uso de estimulación eléctrica neuromuscular desencadenada por electromiografía mejora dicha extensión concluyendo que esta técnica no es más beneficiosa que la fisioterapia habitual. Continuando con la fisioterapia para la recuperación funcional del miembro superior, otras técnicas que demuestran efectos beneficiosos son la imaginería motora y el biofeedback electromiográfico. Respecto a la imaginería motora es un proceso activo en el que una acción específica se reproduce dentro de la memoria de trabajo sin movimientos reales, los estudios demuestran que durante las sesiones con esta técnica las mismas áreas del cerebro están parcialmente tan

activas como durante las tareas funcionales, en este sentido, la revisión sistemática llevada a cabo por Zimmermann-Schlatter y cols. (2008) indica que existe modesta evidencia del beneficio adicional de la imaginación motora en comparación con solo la fisioterapia convencional tras ictus. Por otro lado, el entrenamiento bilateral simultáneo de extremidades superiores, la electroestimulación funcional y el entrenamiento en tareas repetitivas presenta un efecto pequeño. Por último, el uso de aparatos robóticos no favorece significativamente las AVD, aunque existe evidencia respecto a la mejora de la función motora y la fuerza de la extremidad superior, justificada por la alta intensidad y repetitividad de la tarea, pero parece que las personas mayores tienen menor probabilidad de beneficiarse de estos aparatos (Pinter & Brainin, 2012).

En segundo lugar, en relación a la recuperación de la función motora en extremidades inferiores, Pinter y Brainin (2012) señalan que las personas de edad avanzada tras ictus presentan un control postural alterado y una alta incidencia de caídas. Por lo tanto, en las personas mayores, la recuperación de la estabilidad postural es esencial y las intervenciones para recuperar el equilibrio en sedestación o bipedestación se deben ajustar a sus necesidades individuales y su comorbilidad. Respecto a las técnicas de fisioterapia más adecuadas cabe indicar que el entrenamiento específico de la tarea mejora el paso de sedestación a bipedestación y el equilibrio en bipedestación (Pinter & Brainin, 2012). El biofeedback con plataformas de fuerza o con plataformas móviles mejora la simetría en bipedestación (Pinter & Brainin, 2012; Zijlstra y cols., 2010), pero no parece mejorar el equilibrio durante las actividades funcionales ni la independencia del sujeto (Pinter & Brainin, 2012). Sin embargo, Zijlstra y cols. (2010) describen mejoras significativas que perduran hasta los seis meses, en la simetría de la distribución del peso corporal, con el entrenamiento de la

transferencia de sedestación a bipedestación con biofeedback auditivo o visual. Asimismo, estos autores describen una mejora en la anchura y longitud del paso a favor del entrenamiento de la marcha con biofeedback visual y auditivo. No obstante, no pueden aclarar la viabilidad de la aplicación de dicha técnica debido a la falta de evaluaciones de los aspectos de factibilidad en los estudios incluidos en su revisión.

Por otro lado, Pinter y Brainin (2012) resaltan que hay una relación directa entre la independencia en la marcha y la fuerza de las extremidades inferiores, por lo que el principal objetivo cuando se altera la función del miembro inferior es facilitar la recuperación del movimiento y con ello, la capacidad de marcha. Varias intervenciones parecen aumentar la velocidad de marcha: fisioterapia de alta intensidad, entrenamiento en tareas repetitivas, entrenamiento en salud física cardiorrespiratoria y entrenamiento en salud incorporando entrenamiento cardiorrespiratorio. De ellas, solo los ensayos clínicos de entrenamiento en salud física cardiorrespiratoria proveen una robusta evidencia de sus beneficios en la habilidad de marcha, especialmente en las personas de mayor edad. Siguiendo con las técnicas de reeducación de la marcha tras ictus, el entrenamiento de la marcha en cinta rodante con o sin soporte parcial de peso resulta en más sujetos con marcha independiente y más precozmente, gracias al entrenamiento intensivo que admite esta intervención. Del mismo modo, el uso de aparatos de entrenamiento de la marcha con asistencia electromecánica junto con fisioterapia aumenta la posibilidad de conseguir marcha independiente tras ictus, disminuyendo el esfuerzo que los fisioterapeutas deben realizar en la cinta de marcha para estabilizar y colocar los miembros paréticos y controlar la distribución de la carga en las distintas fases de la marcha. Sin embargo, estos aparatos tampoco consiguen mejoras en la velocidad o en la capacidad de marcha. En relación a la realidad virtual, cabe indicar, que aunque su

investigación en fisioterapia neurológica es cada vez más frecuente, su uso no es todavía común en la práctica clínica, por tanto, la evidencia actual sugiere que es un enfoque prometedor en la recuperación de las secuelas de ictus, sin embargo, el número de estudios es demasiado pequeño como para sacar conclusiones en firme, sobre todo para sujetos ancianos.

Por otro lado, hay limitada evidencia sobre el tratamiento más apropiado para aquellas personas con discapacidades más severas, de tal forma que aunque las guías de práctica clínica recomiendan el uso de movimientos pasivos para prevenir contracturas dolorosas o úlceras por presión, la intervención activa puede disminuir la tasa de admisión en residencia de estos sujetos (Quinn y cols., 2009).

Por último, es importante la fisioterapia en la negligencia unilateral (NU) ya que es un trastorno común después del ictus, que se asocia con la edad avanzada sobre todo después de lesiones del hemisferio derecho, además, la presencia de NU se relaciona fuertemente con un mayor riesgo de lesión, como las caídas y con un peor pronóstico funcional. Este trastorno se define como la incapacidad para responder u orientarse por sí mismo a un nuevo o significativo estímulo presentado en el lado contralateral en el espacio de la lesión cerebral. Si la falta de respuesta se explica por cualquier déficit motor sensorial, no se considera NU. La literatura científica concluye que existe evidencia moderada de la eficacia de entrenamiento en escaneo y señalización espacio-temporal hacia el lado de la negligencia para su tratamiento. Estas técnicas pueden combinarse con rotación de tronco y otras estrategias de rehabilitación como CIMT, imaginación motora, video feedback y adaptación de prismas (Vahlberg & Hellström, 2008).

Para concluir este apartado cabe señalar que la rehabilitación después del ictus en las personas mayores es una disciplina médica e investigadora en continuo crecimiento. Si se tiene en cuenta la condición del envejecimiento cerebral y del

espectro de comorbilidades, muchas intervenciones cuya efectividad está probada en ensayos clínicos controlados tienen que ser adaptadas a las necesidades individuales de las personas ancianas (Pinter & Brainin, 2012).

### **1.5.3. Evidencia actual en fisioterapia convencional para la recuperación del equilibrio y la marcha tras ictus**

Con el objetivo de conocer el estado actual de la evidencia científica sobre las técnicas de fisioterapia convencional más efectivas para la recuperación del equilibrio y la marcha tras ictus, se realiza una revisión sistemática de la literatura científica. La estrategia de búsqueda empleada es la siguiente:

- a) Bases de datos: se consultan las bases de datos CINAHL, MEDLINE, Embase, PEDro y Cochrane desde enero del 2005 hasta la segunda mitad del 2015 y principios del 2016 según la base de datos: CINAHL (hasta 2/7/15), MEDLINE y Embase (hasta 23/10/15), PEDro (hasta 8/1/16) y Cochrane (hasta 9/1/16).
- b) Palabras clave y booleanos: se emplean los términos *Physical therapy*, *Physiotherapy* y *Stroke*, con los operadores booleanos AND y OR. Posteriormente, para centrar la búsqueda en el tema principal del trabajo se añaden los términos *Balance*, *Gait*, *Walking*.
- c) Criterios de inclusión y de exclusión: se seleccionan aquellos estudios con alta calidad metodológica (ensayos clínicos aleatorizados (ECAs), revisiones sistemáticas o metaanálisis) en los que se evalúa el efecto de técnicas de fisioterapia convencional en sujetos con secuelas de ictus. Asimismo, se incluyen las guías de práctica clínica. Como criterio adicional para la inclusión de los ECAs se considera su calidad mediante la escala PEDro, incluyéndose solo aquellos con una calidad buena o



excelente, es decir, con un mínimo de seis ítems de la escala PEDro debidamente informados (Hammer, Nilsagård & Wallquist, 2008; Mehta y cols., 2012a; Tang y cols., 2015). Se excluyen los estudios publicados en idiomas diferentes al español o el inglés y las revisiones sistemáticas cuya búsqueda se realiza únicamente en dos bases de datos.

Adicionalmente, se revisan las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados en la búsqueda electrónica. Dicha búsqueda identifica un total de 1.417 artículos. Tras eliminar los duplicados y los títulos y resúmenes irrelevantes, 109 estudios se analizan en detalle. De este modo, tras comprobar el cumplimiento o no de los criterios de inclusión y exclusión especificados, solo sesenta y nueve forman parte de esta revisión como se indica en la Figura 7. De los sesenta y nueve estudios incluidos, cincuenta son ECAs y diecinueve son revisiones sistemáticas o metaanálisis, dentro de estas últimas se incluyen dos guías de la práctica clínica basadas en la evidencia. En los Anexos 1 y 2 se muestra el resumen de los artículos incluidos.

Respecto a los ECAs, veintiún estudios se llevan a cabo en el periodo de hospitalización del paciente tras ictus, once en el periodo ambulatorio y dieciocho durante la fase crónica (Anexo 1). En el caso de las revisiones sistemáticas, pocas se centran en un periodo específico, estudiando en general, diversos aspectos de la fisioterapia convencional en el adulto con secuelas de ictus (Anexo 2).

Sin embargo, cabe indicar que tres revisiones sistemáticas se centran en la fase crónica del ictus (Mehta y cols., 2012a; Mehta y cols., 2012b; States, Salem & Pappas, 2009). Asimismo, la revisión sistemática llevada a cabo por Nascimento y cols. en 2015 difiere del resto, por un lado porque se lleva a cabo en la fase aguda o subaguda y por otro porque incluye estudios con una media de edad de los sujetos a partir de 55 años.

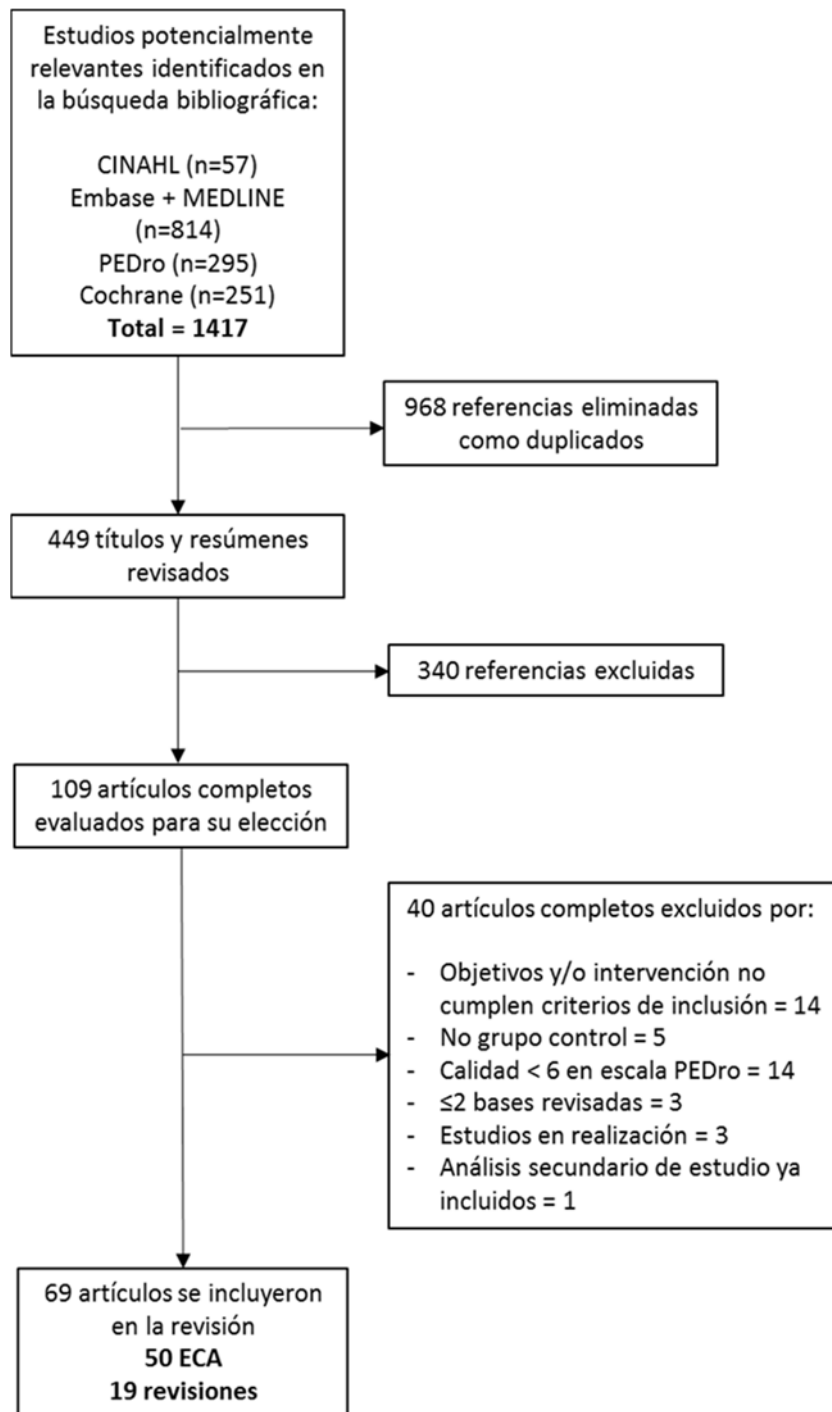


Figura 7. Diagrama de flujo de los estudios identificados.

De los estudios incluidos, treinta y uno se publican en los últimos cinco años, veinte ECAs y once revisiones sistemáticas (Anexos 1 y 2). Por lo que se observa que, en la actualidad, representa un tema de gran interés y que en los últimos años, existe un aumento en la producción de revisiones sistemáticas referentes a la fisioterapia convencional y la recuperación del equilibrio y la marcha tras ictus.

Respecto a las intervenciones estudiadas, ocho ECAs analizan el efecto de distintos enfoques de fisioterapia: cinco de ellos estudian el concepto Bobath, dos en relación al enfoque de reaprendizaje motor (Langhammer & Stanghelle, 2011; van Vliet, Linconln & Foxall, 2005), otro lo compara con el enfoque ortopédico (Wang y cols., 2005), otros autores lo confrontan con el enfoque multisensorial (Yelnik y cols., 2008), el último ECA lo asocia a práctica de tareas estructuradas y lo compara con la intervención exclusiva de estas tareas estructuradas (Brock y cols., 2011). Chan y cols. (2006) estudian el enfoque de reaprendizaje motor respecto a terapia convencional y en el mismo año, Xue y cols. investigan el efecto de la asociación de este enfoque junto con el de concepto Bobath. Un artículo más actual hace referencia al enfoque de terapia de conciencia del cuerpo y lo compara con actividades cotidianas (Lindvall & Forsberg, 2014).

Asimismo, cabe destacar el cicloergómetro como intervención de fisioterapia convencional ya que se emplea en tres ECAs (Katz-Leurer & Shochina, 2007; Kautz y cols., 2005; Mayo y cols., 2013), en dos de ellos como terapia domiciliaria (Kautz y cols., 2005; Mayo y cols., 2013). Del mismo modo, el entrenamiento de la fuerza también se repite en tres de los ECAs estudiados, dos proponen un entrenamiento con resistencia progresiva versus ningún entrenamiento (Yang y cols., 2006) o contra actividades habituales (Flansbjer y cols., 2008), y el otro

analiza el entrenamiento funcional de fuerza en relación con el concepto Bobath (Bale & Strand, 2008).

El resto de intervenciones fisioterápicas estudiadas son muy heterogéneas, aunque se pueden agrupar en programas de entrenamiento de ejercicio con el objetivo de recuperar el equilibrio o con el objetivo de reeducar la marcha. En el primer grupo se incluyen ejercicios de transferencia lateral de peso (Howe y cols., 2005), programa de equilibrio dinámico versus programa de estiramientos y carga en el miembro inferior parético (Marigold y cols., 2005), ejercicios en bipedestación frente a programa de entrenamiento del equilibrio (Allison & Dennett, 2007), entrenamiento para mejorar la sedestación comparado con placebo en la misma posición (Dean, Channon & Hall, 2007), movimientos selectivos de tronco (Verheyden y cols., 2009), entrenamiento del paso de sedestación a bipedestación (Tung y cols., 2010), ejercicios de tronco en camilla o en pelota (Karthikbabu y cols., 2011), entrenamiento de la función del tronco frente a ejercicios de miembro superior (Saeys y cols., 2012), y por último, ejercicios de estabilidad y equilibrio (Puckree & Naidoo, 2014),

Respecto a las intervenciones incluidas en el grupo de programas de entrenamiento de ejercicio para la reeducación de la marcha, cabe indicar que dos ECAs comparan dos tipos de intervención con la situación control. Así, Cooke y cols. (2010) comparan la fisioterapia rutinaria con fisioterapia convencional extra centrada en la alineación y la calidad del movimiento y estas intervenciones frente al entrenamiento de fuerza funcional extra; y Chouhan & Kumar (2012) analizan la fisioterapia convencional con estimulación rítmica auditiva frente a la fisioterapia habitual con pautas visuales versus la fisioterapia rutinaria.

El resto de ECAs compara una intervención fisioterápica respecto a control, placebo u otra intervención. Por orden cronológico, entrenamiento de la marcha hacia atrás (Yang y cols., 2005), trabajo de equilibrio junto con ejercicios

funcionales y fuerza comparado con el mismo programa sin el trabajo de fuerza (Akbari & Karimi, 2006), acondicionamiento físico supervisado o no (Olney y cols., 2006), marcha funcional en la comunidad versus reaprendizaje motor (Lord y cols., 2008), programa de ejercicio para miembro inferior frente a programa de ejercicio para miembro superior (Pang & Eng, 2008), ejercicio intensivo comparado con ejercicio por iniciativa propia (Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009), fisioterapia en circuito confrontada con clase social y educacional en grupo (Mudge, Barber & Stott, 2009), entrenamiento motor intensivo (Askim y cols., 2010), reeducación de la marcha con o sin refuerzo de la velocidad (Dobkin y cols., 2010), ejercicios funcionales de alta intensidad y educación en caídas frente a esta última solo (Holmgren y cols., 2010), entrenamiento orientado a la tarea de alta intensidad comparado con programa de fisioterapia de baja intensidad (Outermans y cols., 2010); entrenamiento de marcha con o sin estimulación auditiva (Park y cols., 2010), movilización temprana frente a cuidados convencionales (Cumming y cols., 2011), ejercicios controlados por un familiar (Galvin y cols., 2011), entrenamiento de la deambulación basado en la comunidad (Kim, Cho & Lee, 2014; Park y cols., 2011), entrenamiento orientado a la tarea (Kim y cols., 2012a), entrenamiento en circuito (van de Port y cols., 2012), marcha rápida comparada con masaje suave de las extremidades afectadas (Gordon, Wilks & McCaw-Binns, 2013), entrenamiento intensivo de marcha con o sin estimulación rítmica auditiva (Cha y cols., 2014), ejercicios aeróbicos y de resistencia frente a actividad física no sistemática o ajedrez coreano (Lee y cols., 2015), ejercicio en la comunidad versus estiramientos (Moore y cols., 2015) y por último, entrenamiento en circuito comparado con entrenamiento individual en tareas progresivas personalizado (Renner y cols., 2016).

Por otro lado, dos estudios introducen las tareas duales, uno añade la actividad con balón a la reeducación de la marcha (Yang y cols., 2007) y el otro compara el entrenamiento en dobles tareas cognitivas con ejercicios de equilibrio (Jiejiao y cols., 2012).

La calidad de los ECAs incluidos, valorada con la escala PEDro, es buena; dieciséis (32%) tienen 6 ítems de la escala debidamente informados, diecinueve (38%) muestran una puntuación de 7 y los quince restantes (30%) alcanzan 8 puntos en dicha escala. Ningún estudio logra la calificación de excelente (9-10 en la escala PEDro).

Respecto a las revisiones sistemáticas, la temática y los objetivos son variados consiguiendo aportar una visión global del efecto de la fisioterapia en el equilibrio y la marcha tras ictus. Las revisiones que analizan el efecto de la fisioterapia en el equilibrio contemplan como intervenciones el entrenamiento del mismo (Hammer, Nilsagård & Wallquist, 2008; Lubetzky-Vilnai & Kartin, 2010), los ejercicios de tronco (Cabanas-Valdés, Cuchi & Bagur-Calafat, 2013) y los efectos en la autoeficacia para el equilibrio (Tang y cols., 2015).

Las revisiones que se centran en la reeducación de la marcha estudian como intervenciones fisioterápicas el ejercicio aeróbico (Pang y cols., 2006), los programas de entrenamiento de ejercicio (van de Port y cols., 2007), el entrenamiento de la marcha en el suelo (States, Salem & Pappas, 2009), la clase de entrenamiento en circuito orientado a la tarea (Wevers y cols., 2009), las intervenciones para la coordinación de la marcha (Hollands y cols., 2012), el acondicionamiento cardiovascular (Mehta y cols., 2012a), el entrenamiento de resistencia (Mehta y cols., 2012b), el entrenamiento del estado físico (Saunders y cols., 2013), los enfoques de rehabilitación física (Pollock y cols., 2014), las intervenciones fisioterapéuticas para marcha y movilidad (Verbeek y cols., 2014), la reeducación de la marcha en la comunidad (Barclay y cols., 2015), las

intervenciones en las que el fisioterapeuta utiliza sus manos en contacto directo con el cuerpo del paciente (Duarte de Almeida y cols., 2015), y por último, el entrenamiento de la marcha con pautas de cadencia (Nascimento y cols., 2015). Asimismo, cabe recordar la presencia de dos guías prácticas basadas en la evidencia (Ottawa Panel y cols., 2006; van Peppen y cols., 2007).

De todo lo expuesto en este apartado se desprende que la determinación del efecto de técnicas de fisioterapia convencional en el equilibrio y la marcha es un tema de gran relevancia actual. Esto es evidente por el gran número de ECAs publicados con buena calidad metodológica, así como por el aumento en los últimos años del número de revisiones sistemáticas relacionadas con esta temática. Asimismo, existe evidencia de que la rehabilitación física, que comprende una selección de componentes de diferentes enfoques, es eficaz para la recuperación de la función y la movilidad después del ictus. Sin embargo, actualmente, no hay pruebas suficientes para establecer la conclusión de que alguno de estos enfoques de fisioterapia sea más efectivo para promover la recuperación de la función de la extremidad inferior o el control postural, después de ictus que cualquier otro, por lo que se recomienda que las investigaciones futuras se centren en determinar la efectividad de las técnicas individuales claramente descritas y los tratamientos específicos para cada problema, independientemente de su enfoque (Pollock y cols., 2014).

No obstante, esta nueva idea no está exenta de dificultades ya que las personas que padecen un ictus se caracterizan por una gran variabilidad en sus secuelas y en su evolución. Por tanto, se evidencia un problema inherente en la fisioterapia neurológica que requiere la creación de protocolos de fisioterapia que por un lado, permitan adaptar el tratamiento a las características específicas de cada sujeto y por otro, faciliten estudiar el efecto de técnicas concretas individuales claramente descritas.

## 1.6. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 1.6.1. Hipótesis

A lo largo de la introducción de esta tesis se justifica la necesidad de crear protocolos de fisioterapia que permitan adaptar el tratamiento a las características específicas de cada sujeto (situación concreta y momento evolutivo), así como facilitar el conocimiento del efecto de técnicas individuales claramente descritas. Esto puede favorecer el planteamiento de objetivos terapéuticos concretos y facilitar una mejor evaluación marcando logros en algunos hitos motores y funcionales.

Por tanto, el presente trabajo trata de verificar la siguiente **hipótesis**, planteada tras consultar el estado del arte:

La aplicación de un protocolo de intervención fisioterápica basado en criterios clínico-funcionales junto con técnicas específicas de estimulación plantar, disociación de movimientos y entrenamiento del equilibrio podría mejorar la recuperación funcional en personas mayores con hemiplejía tras ictus, en las fases aguda y subaguda.

### 1.6.2. Objetivos

Para comprobar dicha hipótesis se plantean los siguientes objetivos:

#### 1.6.2.1. Objetivo general

Estudiar el efecto de un protocolo de intervención fisioterápica basado en criterios clínico-funcionales junto con técnicas específicas de estimulación plantar, disociación de movimientos y entrenamiento del equilibrio, en la



recuperación funcional de las personas mayores con hemiplejía tras ictus en las fases aguda y subaguda.

1.6.2.2. Objetivos específicos

1.- Valorar el efecto del protocolo de intervención propuesto en personas mayores con hemiplejía tras ictus, en las fases aguda y subaguda, en la recuperación del equilibrio y estabilidad postural a través de BBS y posturografía.

2.- Valorar el efecto del protocolo de intervención propuesto en la recuperación de la marcha con las clasificaciones FAC y FACHS y las variables biomecánicas del análisis cinético, en personas mayores con hemiplejía tras ictus en las fases aguda y subaguda.

3.- Valorar el efecto del protocolo de intervención propuesto en personas mayores con hemiplejía tras ictus, en las fases aguda y subaguda, en las AVD según BI y en la movilidad física mediante TUG.

4.- Valorar el efecto del protocolo de intervención propuesto en personas mayores con hemiplejía tras ictus, en las fases aguda y subaguda, en la fuerza y el tono muscular del miembro inferior parético valorados con MMT y MAS.

# MATERIAL Y MÉTODOS

---



## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la consecución de los objetivos de esta tesis se realizó un ensayo clínico aleatorizado, controlado y doble ciego. Las características de los sujetos participantes, las particularidades del diseño de investigación llevado a cabo, las fases y pruebas de evaluación desarrolladas durante los seis meses de duración del estudio, los protocolos de intervención fisioterápica llevados a cabo y el análisis estadístico realizado para la obtención de los resultados, se describen a continuación.

### 2.1. Muestra

Se invitó a participar en el estudio a todas las personas ingresadas en el Hospital Universitari i Politècnic La Fe (HUIP La Fe) tras sufrir un primer ictus, desde septiembre de 2011 hasta julio de 2012 y de enero de 2013 hasta julio del mismo año, y que cumplieron los criterios de inclusión y no los de exclusión.

Se consideraron como criterios necesarios para poder incluir a los sujetos en el presente estudio:

- Haber sufrido un primer episodio de ictus con hemiplejia o hemiparesia residual independientemente de la etiología y el hemicuerpo afectado.
- Tener 55 años o más en el momento de padecer el evento.
- Ser candidato a iniciar un programa de rehabilitación.
- Presentar capacidad de marcha independiente previa al ictus:  $\geq 3$  en la Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto, FACHS (Anexo 3).
- Tener la habilidad de entender y seguir instrucciones verbales simples.

- Conseguir una estabilidad hemodinámica en los primeros siete días tras el ictus.

Se determinaron como criterios de exclusión:

- Presentar un pronóstico vital pobre.
- Padecer otras patologías o trastornos que pudieran alterar el desarrollo del estudio tales como ceguera, ser portador de alguna prótesis articular, alteración severa de la sensibilidad, trastorno cognitivo grave.

## **2.2. Diseño de investigación**

Este estudio se corresponde con un diseño de investigación experimental al tratarse de un ensayo clínico aleatorizado, controlado y doble ciego. En su desarrollo se siguieron las recomendaciones CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) para ensayos clínicos (Schulz y cols, 2010).

### **2.2.1. Aspectos éticos**

Todos los procedimientos de medición y entrenamiento desarrollados en este estudio respetaron los principios éticos recogidos en la Declaración de Helsinki de 1975, promulgada por la Asociación Médica Mundial sobre investigaciones médicas en seres humanos (WMA, 2013). Asimismo, el equipo investigador cumplió las normas de protección de dignidad, integridad, autodeterminación, intimidad y confidencialidad de la información personal de los participantes.

Con respecto a la privacidad, se asoció un código a cada participante. Esto evitó la identificación del mismo durante el tratamiento estadístico de los datos, y su anonimato en la publicación y/o presentación de los resultados del estudio. En relación a la confidencialidad de los datos, solo el equipo investigador tuvo acceso al archivo electrónico con dicha información.

Asimismo, el estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) del HUIP La Fe de Valencia con el número de registro 2011/0417 (Anexo 4). Los participantes y familiares, en el caso de haberlos, fueron informados respecto al objetivo, duración, procedimientos, molestias, beneficios y confidencialidad del estudio, así como sobre el carácter de la participación, voluntaria, gratuita y revocable. Tras recibir dicha información (Anexo 5) y realizar las preguntas pertinentes todos firmaron el documento de consentimiento informado (Anexo 6). En el caso de no ser posible la firma por el mismo sujeto, esta se realizó por un familiar o cuidador principal (Anexo 7). Del mismo modo, todas las imágenes mostradas en esta tesis se reproducen con la autorización oral y escrita del participante (Anexo 8).

Por último, este trabajo se registró en la base de datos de estudios clínicos del Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos (código registro NCT02250040).

### **2.2.2. Plan de trabajo**

Para la consecución de los objetivos planteados se desarrolló el siguiente plan de trabajo llevado a cabo entre mayo de 2011 y marzo de 2016 (Figura 8):

- Revisión de fuentes documentales, definición de objetivos del trabajo y puesta a punto de protocolos de fisioterapia y del diseño del estudio, mayo a agosto de 2011.
- Redacción y entrega de documentos para la aprobación del estudio por el CEIC del HUIP La Fe de Valencia, julio de 2011.
- Reclutamiento de muestra y desarrollo de la intervención fisioterápica, de septiembre 2011 a agosto 2012 y de enero a julio 2013.
- Recogida de datos mediante evaluación de los participantes, septiembre 2011 a diciembre 2013.

- Conocimiento, desarrollo y colaboración con otras líneas de investigación europeas en el área de fisioterapia tras ictus en fase aguda, estancia en la Fondazione Santa Lucia de Roma, septiembre a diciembre 2012 (Anexo 9).
- Tratamiento de datos y extracción de parámetros del estudio, análisis estadístico y obtención de resultados, enero 2014 a septiembre 2015.
- Publicación de resultados preliminares, enero a septiembre de 2014.
- Actualización de revisión documental, discusión de resultados y elaboración de las conclusiones del estudio, junio 2015 a octubre 2016.

### **2.2.3. Tamaño muestral**

Respecto al tamaño muestral, se consultó la literatura publicada durante el periodo de diseño del presente estudio seleccionando aquellos ECAs que valoraron la efectividad de programas o técnicas de fisioterapia en la recuperación del equilibrio y la marcha tras ictus. Así, el número de participantes máximo estudiado fue de 44 (Outermans y cols., 2010) y el mínimo de 16 (Patil & Rao, 2011), siendo el tamaño muestral promedio de 29 sujetos (fuentes consultadas: Brock y cols., 2011; Chen y cols., 2011; Galvin y cols., 2011; Hancock y cols., 2011; Karthikbabu y cols., 2011; Kuys, Brauer & Ada, 2011; Lau & Mak, 2011; Letombe y cols., 2010; Outermans y cols., 2010; Park y cols., 2011; Patil & Rao, 2011; Saeys y cols., 2012).

De acuerdo con estos estudios y teniendo en cuenta ciertas limitaciones técnicas y materiales tales como: a) el traslado del HUiP La Fe de Valencia del antiguo hospital en Campanar al nuevo situado en el barrio de Malilla que conllevó un periodo de tiempo en el que las personas que sufrieron un ictus fueron derivadas a otros hospitales; b) el cambio del funcionamiento sanitario en la Comunidad Valenciana que determinó la descentralización de la rehabilitación de personas

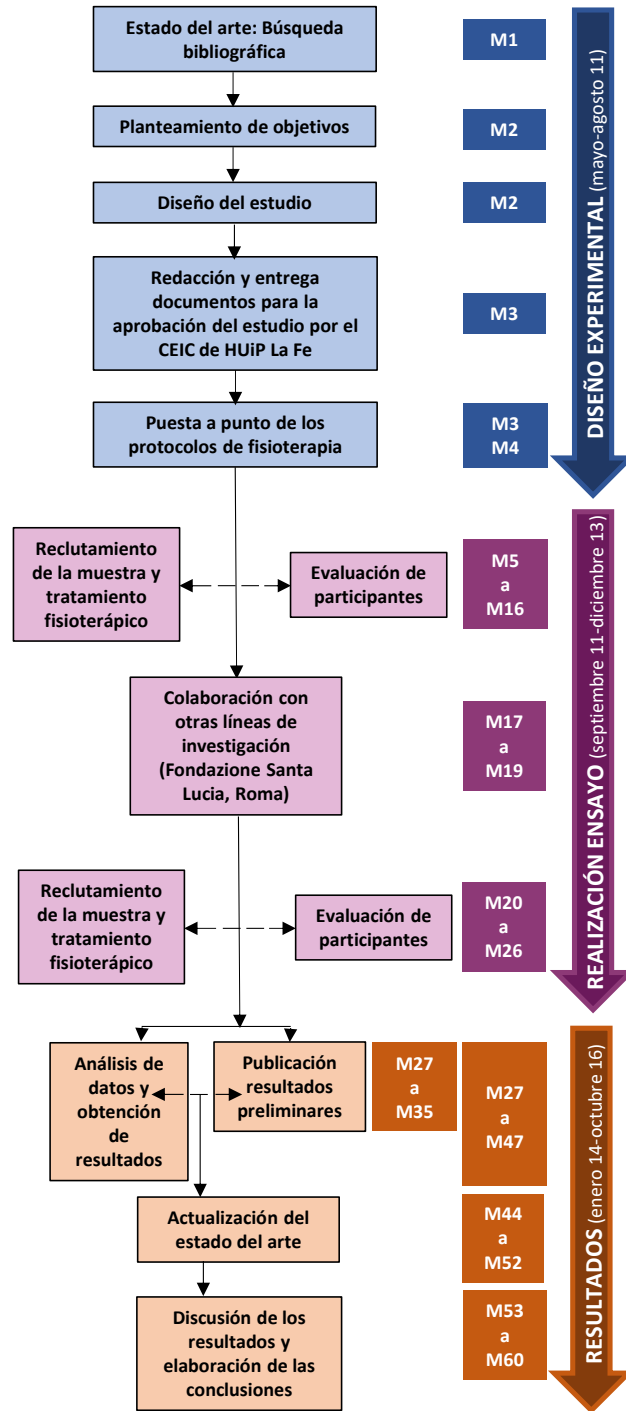


Figura 8. Plan de trabajo de la tesis. M, mes.



tras ictus, de tal forma que el HUIP La Fe de Valencia ya no se consideró hospital de referencia para la rehabilitación de las mismas sino que cada una se derivó a su hospital de zona para recibir rehabilitación; c) el limitado número de participantes que cumplieron con los criterios de inclusión y no los de exclusión; d) la amplia duración del periodo de tratamiento fisioterápico; y e) la intensidad y duración de las evaluaciones; en este estudio se reclutó una muestra de conveniencia compuesta por treinta sujetos.

#### **2.2.4. Aleatorización**

La selección aleatoria de los sujetos del estudio se realizó mediante una tabla de números aleatorios elaborada por el programa SPSS 17. La asignación de los participantes al grupo control, que siguió el protocolo fisioterápico base descrito en el apartado 3.4.2, o al grupo intervención, que recibió junto a dicho protocolo técnicas específicas descritas en el punto 3.4.3, se llevó a cabo por la investigadora coordinadora (MLS) una vez se verificaron los criterios de inclusión y exclusión por otros dos investigadores (MM o RB).

Por este motivo, la asignación fue oculta ya que las personas que determinaron si un sujeto fue susceptible de ser incluido en este estudio (MM o RB) desconocieron el grupo de asignación cuando se tomó esta decisión.

#### **2.2.5. Enmascaramiento**

El presente estudio consiguió el enmascaramiento de las evaluadoras y de los participantes, por tanto fue doble ciego. Por una parte, las dos fisioterapeutas encargadas de la evaluación de los sujetos (SM y BG) fueron ciegas al proceso de asignación ya que solo los fisioterapeutas encargados del tratamiento de los sujetos (MM y MLS) fueron concedores del grupo a que perteneció cada

participante y aquellas desconocieron los protocolos de tratamiento fisioterápico.

Por otro lado, las personas participantes del estudio también fueron ciegas al grupo al que pertenecieron, si al grupo control o al de intervención. Durante las sesiones de fisioterapia los sujetos de distinto grupo rara vez coincidieron en horario y además, el tratamiento de base fue el mismo en ambos grupos y lo realizó el mismo fisioterapeuta, con lo que cuando se produjo esta coincidencia, durante el tiempo que estuvieron juntos en el gimnasio se realizó el protocolo base. Lo más llamativo y diferenciador del resto de pacientes del gimnasio fue el proceso de evaluación, pero este fue el mismo para ambos grupos, por lo que difícilmente pudieron determinar a qué grupo de tratamiento pertenecieron.

### **2.3. Protocolo de valoración**

La evaluación de los participantes se llevó a cabo mediante escalas y pruebas clínicas, junto con valoraciones biomecánicas, realizadas en el Servicio de Rehabilitación del antiguo HUIP La Fe de Valencia por dos fisioterapeutas (SM y BG) que fueron entrenadas para la toma de registros y realizaron la formación correspondiente para el manejo del sistema de valoración biomecánica empleado.

Para el registro de datos se elaboró un cuadernillo específico en el que se incluyeron el código del sujeto, la fecha de nacimiento, el sexo, la fecha del ictus y su etiología (isquémico o hemorrágico), el peso del sujeto y la altura. Asimismo, dicho cuadernillo incluyó una hoja de registro con las diferentes pruebas que se realizaron en cada uno de los momentos temporales de evaluación (fases).

Los participantes del estudio se valoraron en ocho fases diferentes: F1, al alcanzar la estabilidad hemodinámica; F2, al inicio de la bipedestación libre

(puntuación  $\geq 3$  en la Clasificación Funcional de la Bipedestación del Hospital de Sagunto (BipHS), Anexo 10); F3, al inicio del tratamiento fisioterápico en el gimnasio (entre dos y trece días después del alta hospitalaria del Nuevo HUIP La Fe;  $M \pm DE = 5,25 \pm 3,2$ ); F4, un mes tras el inicio del tratamiento fisioterápico en el gimnasio; F5, tres meses tras el ictus; F6, cuatro meses tras el ictus; F7, cinco meses tras el ictus y F8, seis meses tras el ictus.

**Tabla 14.** Cronograma de evaluaciones y pruebas realizadas. En la tabla se muestran las pruebas que componen cada una de las fases de evaluación. Además, se indica con un asterisco (\*) aquellas pruebas categorizadas como valoración de una función corporal y con dos (\*\*) aquellas pruebas que corresponden a la valoración de la actividad según la clasificación CIF (OMS, 2001).

	F1 <i>Estabilidad hemodinámica</i>	F2 <i>Inicio BIP (<math>\geq 3</math>BipHS)</i>	F3 <i>Inicio FT en G</i>	F4 <i>1M inicio FT en G</i>	F5 <i>3M ictus</i>	F6 <i>4M ictus</i>	F7 <i>5M ictus</i>	F8 <i>6M ictus</i>
CNS*	❖							
TCT**	❖	❖						
CapHS**	❖	❖						
SedHS**	❖	❖						
BipHS**	❖	❖						
MMT*	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖
MAS*		❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖
BBS**	❖	❖	❖		❖			❖
BI**	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖
EVA*		❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖
FACHS**	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖
FAC**	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖
TUG**		❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖
Valoración biomecánica*		❖	❖	❖	❖	❖	❖	❖

CNS, Escala Neurológica Canadiense; TCT, Test de Control de Tronco; CaPHS, Clasificación de Cambio Postural del Hospital de Sagunto; SedHS, Escala de Sedestación del Hospital de Sagunto; BipHS, Escala de Bipedestación del Hospital de Sagunto; MMT, Test Muscular Manual; MAS, Escala de Asworth Modificada; BBS, Escala de Equilibrio de Berg; BI, Índice de Barthel; EVA, Escala Visual Analógica del Dolor; FACHS, Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto; FAC, Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts; TUG, Test “Timed Up and Go”; BIP, bipedestación; FT, fisioterapia; M, mes o meses; G, gimnasio.

Las escalas y pruebas clínicas empleadas se seleccionaron teniendo en cuenta su fiabilidad y validez en la valoración de personas con ictus, así como el tiempo de aplicación y sencillez de administración. En todas las fases no se emplearon la

totalidad de las pruebas de evaluación puesto que por un lado, la relevancia de algunas escalas se centra en la fase de estabilidad hemodinámica y por otro, se debió ajustar un tiempo de evaluación alcanzable por el participante. La Tabla 14 muestra las valoraciones que se realizaron en cada fase.

Aquellos casos en que los sujetos fueron capaces de mantener la bipedestación libre al alcanzar la estabilidad hemodinámica se evaluaron una sola vez para obtener los datos correspondientes a F1 y F2. Los que alcanzaron la bipedestación libre en el momento de iniciar la fisioterapia en el gimnasio se evaluaron una vez para F2 y F3. La valoración biomecánica, aunque prevista para todos los participantes a partir de F2, se realizó solo si la persona fue capaz de realizar la prueba en base al protocolo establecido.

El tiempo empleado en cada evaluación varió entre los 30 minutos (en las primeras fases) a los 90 minutos en aquellas fases en las que se realizó la valoración biomecánica y la Escala del Equilibrio de Berg (Anexo 11). Con el objetivo de que todos los sujetos se encontraran en la misma situación a la hora de realizar las pruebas de valoración se siguió siempre el mismo protocolo de evaluación a partir de F2: primero se administró el Índice de Barthel de Actividades Básicas de la Vida Diaria (Anexo 12) y se preguntó al participante la existencia de cualquier dolencia, en el caso de respuesta afirmativa se empleó la Escala Visual Analógica para descartar que las valoraciones realizadas estuvieran condicionadas por algún proceso doloroso, luego se realizó el Test Muscular Manual (Anexo 13), después la Escala Modificada de Asworth (Anexo 14). A continuación, se llevaron a cabo las pruebas de posturografía estática y, si el sujeto fue capaz, se analizó el patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha humana; en el caso de la realización de alguna de estas pruebas, se preguntó el Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI) en relación a las mismas (Anexo 15). Posteriormente se evaluó la Escala del Equilibrio de Berg (BBS),

después la Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto (FACHS) y la Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts (Anexo 16); y por último, el Test “Timed Up and Go” (TUG) siempre que su realización fue posible.

### **2.3.1. Escalas e instrumentos utilizados**

En este apartado se detallan las escalas e instrumentos empleados en la evaluación de todos los participantes de este estudio, independientemente del grupo de tratamiento al que fueron asignados.

#### **2.3.1.1. Escala Neurológica Canadiense (Canadian Neurological Scale, CNS)**

Esta escala sirve para monitorizar la evolución del paciente en las primeras fases del ictus (Faraji y cols., 2013) ya que valora el nivel de conciencia, el lenguaje, la orientación y la respuesta motora contemplando la opción de pacientes afásicos o con imposibilidad de comunicarse (Bermejo y cols., 2008). Es válida y fiable (Côté y cols., 1989) y se administra fácil y rápidamente sin requerir entrenamiento previo especializado. Permite obtener una puntuación máxima de diez y mínima de 1,5 que indica incapacidad neurológica severa (Anexo 17). Se incluyó en este estudio porque forma parte del protocolo de gran número de Unidades de Ictus.

#### **2.3.1.2. Test de Control de Tronco (Trunk Control Test, TCT)**

Se trata de un test sencillo y rápido que evalúa la capacidad motora del tronco mediante 4 ítems (Anexo 18) (Arias, 2009; Verheyden y cols., 2007). La puntuación varía entre 0 (incapaz de realizar los ítems evaluados sin ayuda) a 100 (normalidad en la realización de los ítems) (Collin & Wade, 1990). Es fiable y válido para el ictus (Duarte y cols., 2002) pero presenta un efecto techo fuera de

la fase aguda (Verheyden y cols., 2006). Además, se considera un factor pronóstico precoz de la función motora final en el ictus (Duarte y cols., 2009).

#### 2.3.1.3. Clasificación funcional del Cambio Postural del Hospital de Sagunto (Postural Change Classification of the Hospital of Sagunto, CaPHS)

Valora el grado de control postural de la persona al cambiar de posición desde decúbito supino a sedestación al borde de la cama (Anexo 19). Se trata de una escala útil y aplicable en la práctica clínica por su rapidez y sencillez. Consta de seis niveles autoexplicativos y autoexcluyentes, de 0 que indica movimiento nulo o imposible hasta 5 que corresponde con el movimiento normal. Está validada en el ictus (Iñigo Huarte y cols., 2007) y es predictiva del pronóstico funcional en pacientes con ictus en fase aguda (Iñigo, 2012).

#### 2.3.1.4. Clasificación funcional de la Sedestación del Hospital de Sagunto (Sitting Scale of the Hospital of Sagunto, SedHS)

Evalúa la función de sedestación mediante seis niveles autoexplicativos y autoexcluyentes (Anexo 20), del 0 que muestra una sedestación nula o imposible al 5 que indica una sedestación normal (Viosca y cols., 2007). Al igual que la anterior es rápida y sencilla, por lo tanto útil y aplicable en la práctica clínica. Su uso está validado en el ictus (Iñigo Huarte y cols., 2007).

#### 2.3.1.5. Clasificación funcional de la Bipedestación del Hospital de Sagunto (Standing Scale of the Hospital of Sagunto, BipHS)

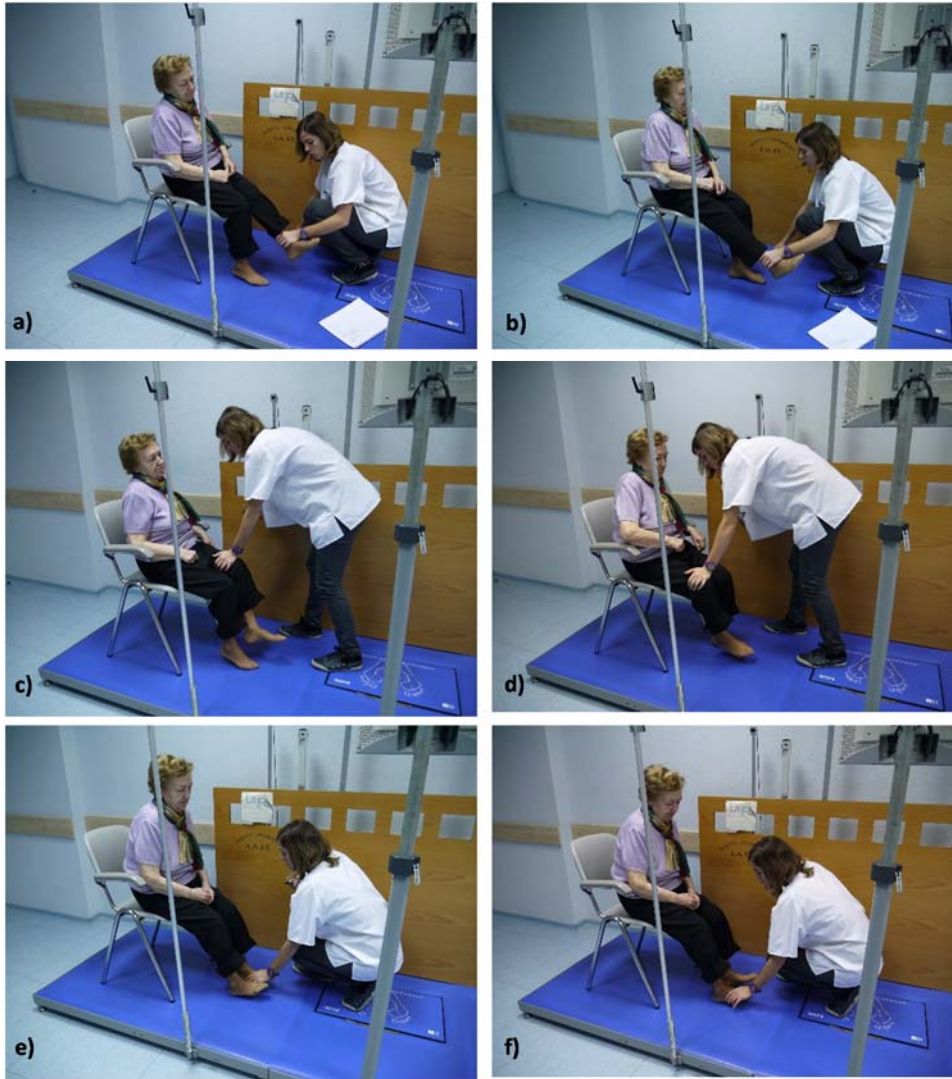
Clasifica a los sujetos en seis niveles autoexcluyentes y autoexplicativos en relación con su función de bipedestación (Anexo 10), desde la imposibilidad de mantener una bipedestación asistida (nivel 0) a la bipedestación normal totalmente autónoma (nivel 5). Se trata de una escala sencilla y rápida de utilizar.

Es útil, fiable y está validada en personas con secuelas de hemiplejia o hemiparesia tras ictus (García y cols., 2010).

#### 2.3.1.6. Test Muscular Manual o Escala de Oxford (Manual Muscle Test, MMT)

Determina de forma cualitativa la fuerza de un grupo muscular clasificándolo en seis niveles autoexcluyentes y autoexplicativos, desde 0 cuando no se detecta contracción activa hasta 5 cuando la fuerza es normal (Anexo 13). Su uso está extendido en la práctica clínica en la valoración de personas con ictus (Caetano Martins y cols., 2015).

Al evaluar la movilidad del hemicuerpo afectado de un sujeto tras ictus la contracción muscular puede estar interferida por la espasticidad, por lo que en casos de gran hipertonía (valores superiores a 1+ en la Escala Modificada de Asworth) no se debe aplicar este test (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012). En el presente estudio se valoró, con el sujeto en sedestación (Jordá Llona & Ruiz Jareño, 2006) en una silla con reposabrazos, la fuerza muscular del músculo cuádriceps (se pidió extensión de rodilla), del psoas ilíaco (flexión de cadera con rodilla flexionada) y del tibial anterior (se requirió flexión dorsal del tobillo con la rodilla flexionada y el talón apoyado en el suelo). Se realizó primero en el hemicuerpo no parético para que el sujeto comprendiera el movimiento a realizar y la evaluadora pudiera comparar la fuerza de ambas extremidades inferiores, y después en el hemicuerpo parético (Figura 9).



**Figura 9.** Imágenes de la evaluación del Test Muscular Manual en una participante del estudio con hemiparesia derecha. De izquierda a derecha y de arriba abajo: evaluación del músculo cuádriceps (a) y (b); evaluación del músculo psoas ilíaco (c) y (d); y evaluación del músculo tibial anterior (e) y (f).



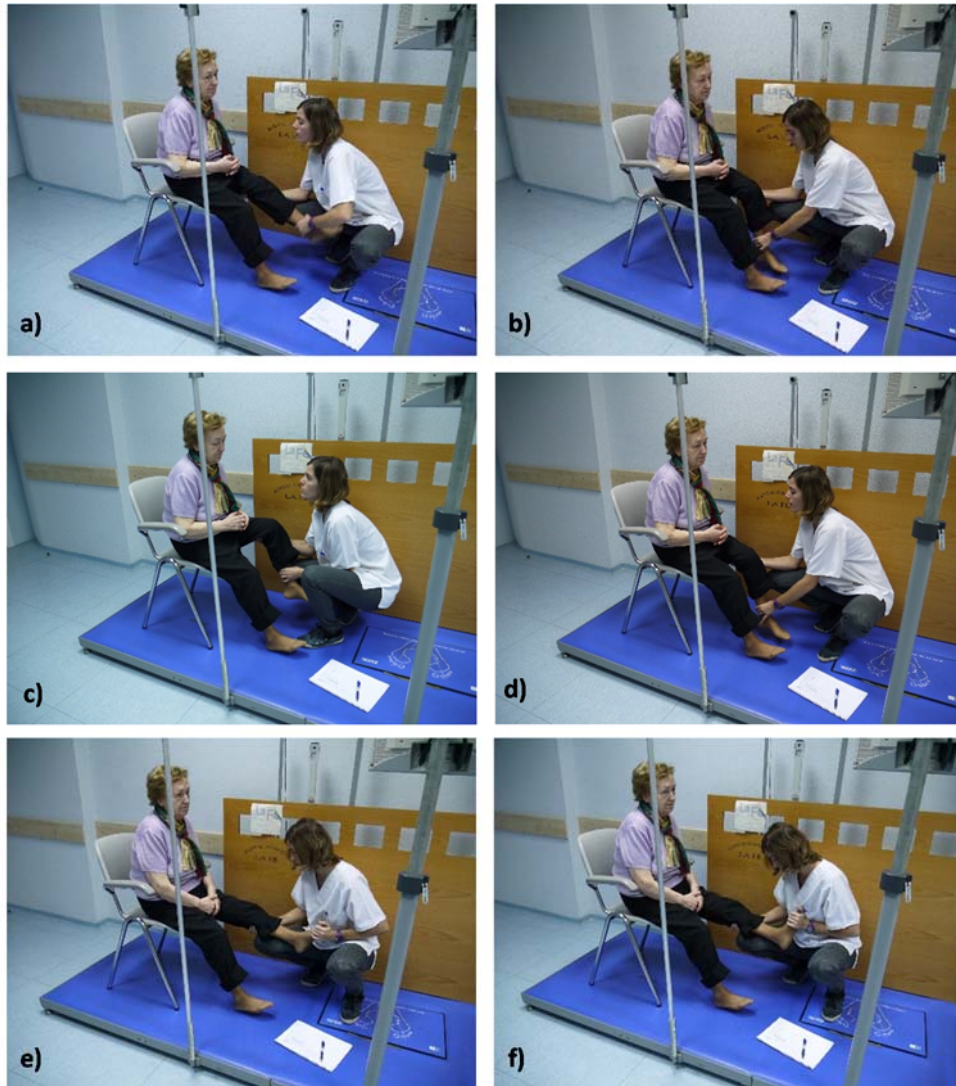
#### 2.3.1.7. Escala Modificada de Asworth (Modified Asworth Scale, MAS)

Valora de forma cualitativa el aumento de tono muscular o espasticidad percibidos por el examinador, clasificándolo en seis grados autoexcluyentes y autoexplicativos, desde 0 que corresponde a un tono normal hasta 4 que indica rigidez total (Anexo 14). A pesar de presentar ciertas limitaciones, su uso está muy extendido entre clínicos e investigadores (Kumar, Pandyan & Sharma, 2006; Li, Wu & Li, 2014). En sujetos con secuelas de ictus en fase aguda esta escala demuestra una adecuada fiabilidad intraevaluador en la extremidad inferior (Blackburn, van Vliet & Mockett, 2002).

El examinador debe movilizar de forma manual la extremidad del sujeto en la totalidad del rango articular posible y percibir la resistencia producida por el estiramiento de un músculo específico que se genera ante su movimiento pasivo (Gómez-Soriano y cols., 2012). En este estudio se valoró la resistencia al estiramiento de los músculos tríceps sural, cuádriceps y psoas ilíaco del hemicuerpo afectado.

Puesto que la velocidad de estiramiento resulta importante para la distinción de los componentes neurogénicos y mecánicos de la espasticidad se definió la velocidad de la movilización de tal forma que el evaluador empleó un segundo para realizar el recorrido articular completo tal y como se realiza en la práctica clínica habitual (Gómez-Soriano y cols., 2012).

En las fases en las que se realizó el TCT, la valoración de la escala MAS se realizó con el paciente en decúbito supino para el músculo tríceps sural y en decúbito lateral para los músculos cuádriceps y psoas ilíaco. En el resto de fases, se realizó en sedestación para no alargar el tiempo de evaluación del sujeto (Figura 10). Cuando se observó cierto aumento de tono se comparó con el miembro inferior del hemicuerpo no parético.



**Figura 10.** Imágenes de la evaluación de la Escala Modificada de Asworth en una participante del estudio con hemiparesia derecha. De izquierda a derecha y de arriba abajo: evaluación del músculo cuádriceps (a) y (b); evaluación del psoas iliaco (c) y (d); y evaluación del tríceps sural (e) y (f).

#### 2.3.1.8. Escala Visual Analógica (EVA)

Determina la percepción subjetiva del dolor por parte del sujeto. En este estudio, cuando el participante refirió algún dolor, se evaluó mediante esta escala. Como se muestra en la Figura 11, el anverso de la misma corresponde con una línea de

10 cm en la que el extremo izquierdo representa la ausencia de dolor y el derecho el peor dolor imaginable. En ella, el participante señaló su grado de percepción del dolor.

Con el fin de facilitar la comprensión de la misma, se añadieron imágenes en la parte superior del anverso representando la gravedad del síntoma (Figura 11). La fisioterapeuta que realizó la evaluación tradujo la marca en una escala numérica comprobando el reverso de la misma con la escala milimetrada (Bermejo y cols., 2008; Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012). La EVA presenta una elevada repetibilidad y es válida a partir de los siete años de edad (Bisbe Gutiérrez, Santoyo Medina & Segarra Vidal, 2012; McDowell, 2006).

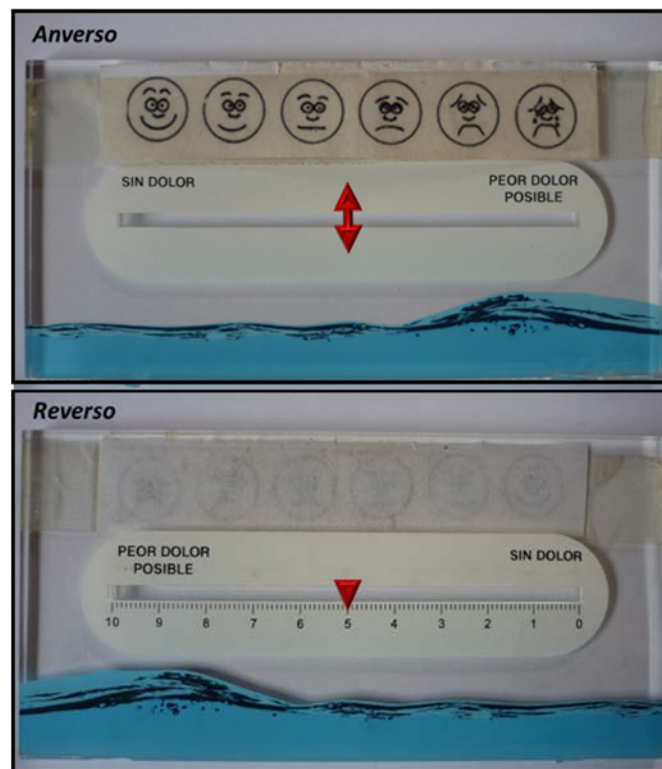


Figura 11. Escala Visual Analógica empleada en el presente estudio.

#### 2.3.1.9. Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto (Functional Ambulation Classification of the Hospital of Sagunto, FACHS)

Valora el nivel funcional de marcha del individuo a partir de la observación del sujeto y ciertas preguntas a familiares y/o a la propia persona (Anexo 3). Presenta seis niveles autoexcluyentes y autoexplicativos, desde 0 que significa que la marcha es imposible hasta 5 que indica una deambulaci3n normal (Viosca y cols., 2005a; Viosca y cols., 2005b). Como prueba para evaluar la deambulaci3n funcional tras ictus presenta buena validez (van Bloemendaal, van de Water & van de Port, 2012).

#### 2.3.1.10. Clasificaci3n Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts (Functional Ambulation Classification of Massachusetts General Hospital, FAC)

Proporciona informaci3n del grado de ayuda f3sica que necesita el sujeto para una marcha segura (Anexo 16). Consta de seis niveles autoexcluyentes y autoexplicativos, desde 0 que corresponde a una marcha no funcional hasta 5 que corresponde con una marcha independiente (Holden y cols., 1984). Ha demostrado ser v3lida y fiable en la clasificaci3n de la marcha hemipl3jica (Kollen, Kwakkel & Lindeman, 2006a; van Bloemendaal, van de Water & van de Port, 2012).

#### 2.3.1.11. Escala del Equilibrio de Berg (Berg Balance Scale, BBS)

Aporta una valoraci3n cuantitativa del equilibrio funcional a partir de la valoraci3n del rendimiento del sujeto en catorce tareas frecuentes en las actividades cotidianas (Figura 12). Estas tareas abordan la capacidad de la persona de mantener posiciones de dificultad creciente. Cada 3tem se punt3a en una escala ordinal de cinco puntos que va desde cero a cuatro, donde cero

representa el nivel más bajo de capacidad y cuatro el más alto (Anexo 11), siendo 56 la puntuación máxima alcanzable (Martínez-López y cols., 2014).



**Figura 12.** Imágenes de la evaluación de la Escala del Equilibrio de Berg en un participante del estudio con hemiparesia derecha. De izquierda a derecha y de arriba abajo: a) inclinarse hacia delante con los brazos extendidos; b) coger objetos del suelo; c) girarse para mirar atrás, por encima de los hombros; d) contar el número de veces que puede poner el pie sobre un taburete; e) bipedestación sin apoyo, con un pie delante del otro; y f) bipedestación sobre una pierna.

La puntuación obtenida en esta escala se relaciona con el riesgo de caída, de tal forma que las personas mayores con una puntuación  $\leq 40$  tienen una elevada probabilidad de sufrir caídas (Lajoie & Gallagher, 2004; Shumway-Cook y cols., 1997).

Es una escala repetible, válida, sensible al cambio y su uso está ampliamente extendido y aceptado en personas con ictus (Stevenson, 2001). Demuestra

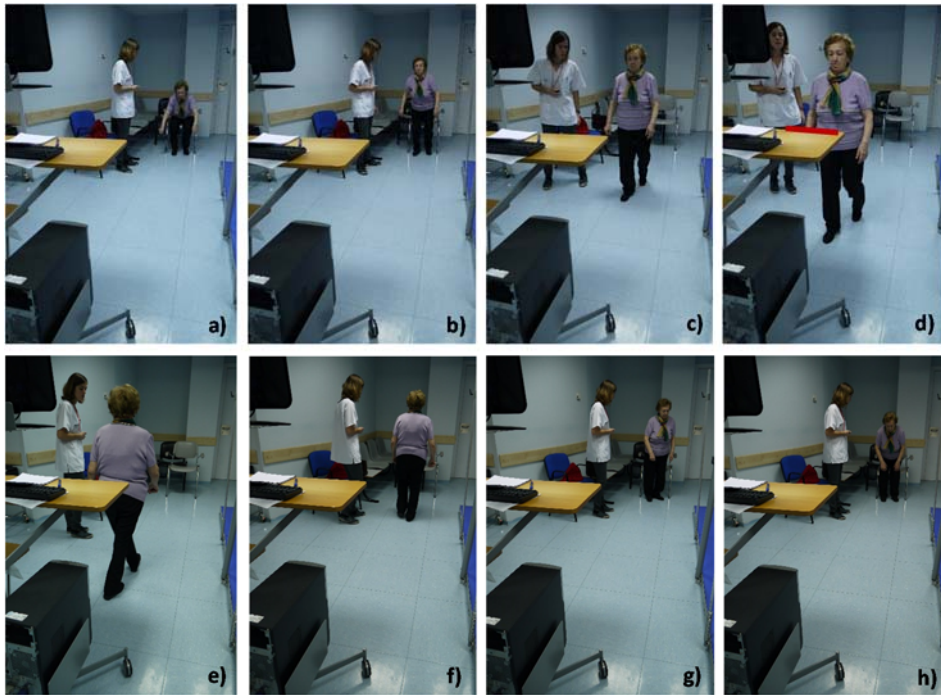
buena fiabilidad interevaluador (Mao y cols., 2002) y buena consistencia interna (Chou y cols., 2006) en sujetos con ictus agudo. Sin embargo, un aspecto negativo para la práctica clínica es que para su realización se requieren entre diez y veinte minutos dependiendo del nivel funcional del sujeto.

Con el objeto de que el grado de dificultad fuese el mismo para todos los participantes independientemente del hemicuerpo parético, se valoraron los ítems “bipedestación sobre una pierna” y “bipedestación sin apoyo, con un pie delante del otro” solicitando el apoyo sobre el pie del hemicuerpo afectado (Leroux, Pinet & Nadeau, 2006).

#### 2.3.1.12. Test “Timed Up and Go” (Timed Up and Go Test, TUG)

Es un test funcional de observación directa que valora la movilidad física en las personas mayores frágiles. Se cronometra el tiempo que el sujeto tarda en levantarse de una silla con reposabrazos, caminar tres metros, darse la vuelta y sentarse de nuevo en la misma silla (Figura 13). Por tanto, se trata de un test rápido y fácil de realizar que no requiere material especial ni entrenamiento (Bohannon, 2006; Podsiadlo & Richardson, 1991). Además, es repetible, fiable y válido para cuantificar la movilidad funcional (Flansbjer y cols., 2005; Ng & Hui-Chan, 2005) aunque presenta limitaciones a la hora de determinar el riesgo de caída (Beauchet y cols., 2011; Thrane, Joakimsen & Thornquist, 2007). El tiempo invertido en realizar este test se correlaciona con el equilibrio (BBS,  $r = -0.81$ ), la velocidad de la marcha ( $r = -0.61$ ) y la autonomía funcional de los individuos (BI,  $r = -0.78$ ) (Ávila-Funes, Gray-Donald & Payette, 2006).

En el presente estudio se realizó el test una sola vez en cada evaluación y siempre sin ayuda técnica. La indicación que se le dio al participante fue: “a la señal de *ahora* debe levantarse y caminar a una velocidad confortable y segura hasta la marca, dar la vuelta y volver a sentarse”.



**Figura 13.** Secuencia de evaluación del Test “Timed Up and Go” en una participante del estudio (de izquierda a derecha y de arriba abajo).

### 2.3.1.13. Índice de Barthel de Actividades Básicas de la Vida Diaria (Barthel Index, BI)

Se trata de una de las escalas más utilizadas para valorar la independencia en las AVD (Anexo 12). Esta escala describe diez tareas y se evalúa en función de la cantidad de asistencia requerida por el sujeto (Quinn, Langhorne & Stott, 2011). Cada tarea se puntúa de forma independiente con múltiplos de 5, obteniendo una puntuación final entre 0 y 100. A menor puntuación, más dependencia. En el presente estudio se utilizó la versión de Baztán y cols. (1993) por estar validada en castellano. Su administración no requiere entrenamiento especial y se realizó mediante entrevista al cuidador principal o al propio participante en caso de acudir solo a la sesión de evaluación (Figura 14). Se trata de una escala repetible

y válida, pero en personas con ictus puede presentar efecto suelo y techo (Quinn, Langhorne & Stott, 2011).

En relación a su utilidad predictiva, este índice se asociada a institucionalización (Baztán y cols., 2004), a utilización de servicios sociosanitarios (Cabañero-Martínez y cols., 2009), a resultados funcionales (Kwakkel y cols., 2011), a caídas (Miñana-Climent y cols., 2005) y a mortalidad (Cid-Ruzafa & Damián-Moreno, 1997).



**Figura 14.** Entrevista al participante y su familiar para cumplimentar el Índice de Barthel de Actividades Básicas de la Vida Diaria.

#### 2.3.1.14. Valoración biomecánica

En el presente estudio también se evaluaron el equilibrio mediante posturografía estática y el patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha humana. La posturografía estática contempló el análisis sensorial y la prueba dinámica de los límites de estabilidad (LE). Para ello se empleó el sistema NedSVE/IBVv4. Sistema válido para registrar el equilibrio estático y dinámico, en aquellos sujetos que son capaces de realizar estas funciones durante un mínimo periodo de tiempo (Baydal-Bertomeu y cols., 2010). El registro de datos se llevó a cabo con las aplicaciones informáticas NedSVE/IBVv4 y NedSCAN/IBVv1 para la posturografía y NedAMH/IBVv4 y NedSCAN/IBVv1 para el patrón cinético.



El sistema consta de una plataforma dinamométrica Dinascan/IBV, dos barras de fotocélulas para la medida de la velocidad, un pasillo de tres metros y medio integrado en el sistema y el equipo informático. Al inicio del estudio, el sistema utilizado se revisó y se calibró conforme a los procedimientos establecidos en el IBV. Asimismo, las evaluadoras del estudio se sometieron a valoración por parte de técnicos de IBV para acreditar su competencia técnica en la toma de registros.

La plataforma Dinascan/IBV está instrumentada mediante cuatro captadores ortogonales a los que se adhieren ocho galgas extensométricas. Cuatro de éstas son sensibles a cargas verticales y las otras cuatro a esfuerzos en una dirección horizontal. Dos captadores se ubican en esquinas opuestas y son sensibles a solicitaciones verticales y longitudinales respecto a la placa; los otros dos en cada una de las restantes esquinas, se instalan a noventa grados de los primeros para absorber cargas verticales y transversales a la plataforma, de modo que es posible medir fuerzas en las tres direcciones del espacio. La plataforma incorpora un módulo interno de amplificación que proporciona señales de alto nivel (Vivas Broseta, 2014).



**Figura 15.** Imágenes previas a la valoración biomecánica de un participante del estudio. De izquierda a derecha: a) tallaje y b) pesado.

Antes de la evaluación se realizó el tallaje del participante con un tallímetro acoplado al dispositivo y se registró el peso del sujeto, dato proporcionado por la propia plataforma dinamométrica (Figura 15). Asimismo, se le explicó la prueba con detenimiento resolviendo cualquier posible pregunta.

*Valoración del equilibrio:*

Respecto a la metodología seguida en las pruebas de valoración del equilibrio en las diferentes condiciones de estudio (análisis sensorial y prueba dinámica de los LE), se requirió al sujeto mantener el equilibrio en bipedestación sin apoyo, descalzo, con los talones juntos y las puntas de los pies formando un ángulo divergente de 30º (Kapteyn y cols., 1983). Para facilitar la colocación del sujeto en dicha postura la propia plataforma presenta un dibujo con la silueta de los pies en la posición requerida. Además, las extremidades superiores del participante permanecieron relajadas y extendidas a lo largo del cuerpo (Genthon y cols., 2008).

Para la valoración de las pruebas de la **posturografía estática** se siguió la metodología indicada en el manual del sistema, metodología similar al test de interacción sensorial utilizado por Norré (1993) basado a su vez en el test de Romberg. La duración de cada prueba fue de 30 segundos (Shumway-Cook y Horak, 1986) con una frecuencia de muestreo de 40 Hz. Cada prueba se realizó dos veces y cuando hubo una diferencia de 3 o más puntos entre ambas se repitió una tercera vez. Se permitió al participante los descansos necesarios entre pruebas y/o repeticiones. En este apartado se incluyeron, por el orden descrito de dificultad creciente, las siguientes pruebas:

- Prueba Romberg con ojos abiertos (ROA): en la posición anteriormente indicada, el sujeto manteniendo la mirada al frente hacia una señal situada a la altura de sus ojos trató de no moverse (Figura 16.a). Esta

prueba representa una situación habitual en la vida diaria en la se dispone de tres tipos de aferencias sensoriales para mantener el equilibrio: visual, propioceptiva y vestibular.

- Prueba Romberg con ojos cerrados (ROC): en esta prueba se partió de la misma situación que en la prueba anterior pero se le pidió al sujeto que cuando se sintiera seguro cerrase los ojos (Figura 16b). El sistema de registro se activó cuando el participante anuló la información visual. Por tanto, al eliminar el sentido de la vista el sujeto pudo mantener su equilibrio gracias a la información recibida por las vías propioceptivas y vestibulares.



**Figura 16.** Imágenes de la evaluación del análisis sensorial en una participante del estudio con hemiparesia derecha. De izquierda a derecha: a) prueba Romberg con ojos abiertos; b) prueba Romberg con ojos cerrados.

- Prueba Romberg ojos abiertos y gomaespuma (RGA): para la realización de esta prueba se colocó encima de la plataforma un cojín de gomaespuma de 9 cm con el fin de distorsionar la información propioceptiva y se siguió el mismo procedimiento que en el ROA. Cuando fue necesario para prevenir una caída y/o proporcionar

confianza a la hora de realizar la prueba, el evaluador y/o un familiar se colocó cerca del sujeto (Figura 17a). La gomaespuma produce inestabilidad al alterar los sensores propioceptivos del pie y tobillo, por lo que el sujeto tuvo que ayudarse de su visión y sistema vestibular para intentar mantener el equilibrio.

- Prueba Romberg ojos cerrados y gomaespuma (RGC): Se siguió el mismo procedimiento descrito en RGA y además se pidió al sujeto que cerrara los ojos cuando se sintiera seguro, el registro se inició a partir de ese instante (Figura 17b). Por tanto, al anular la información visual y alterar la propioceptiva el sujeto basó su equilibrio en su aferencia vestibular. Se trata de una prueba exigente que se pudo concluir en pocos sujetos.



**Figura 17.** Imágenes de la evaluación del análisis sensorial en una participante del estudio con hemiparesia derecha. De izquierda a derecha: a) prueba Romberg ojos abiertos y gomaespuma; b) prueba Romberg ojos cerrados y gomaespuma. Para mayor seguridad la participante requiere de vigilancia por parte de un familiar y de la evaluadora.

Cuando el participante precisó el apoyo del evaluador y/o familiar para evitar la caída, se consideró nula la prueba. No se realizaron más de tres registros de la misma prueba para evitar el factor aprendizaje.

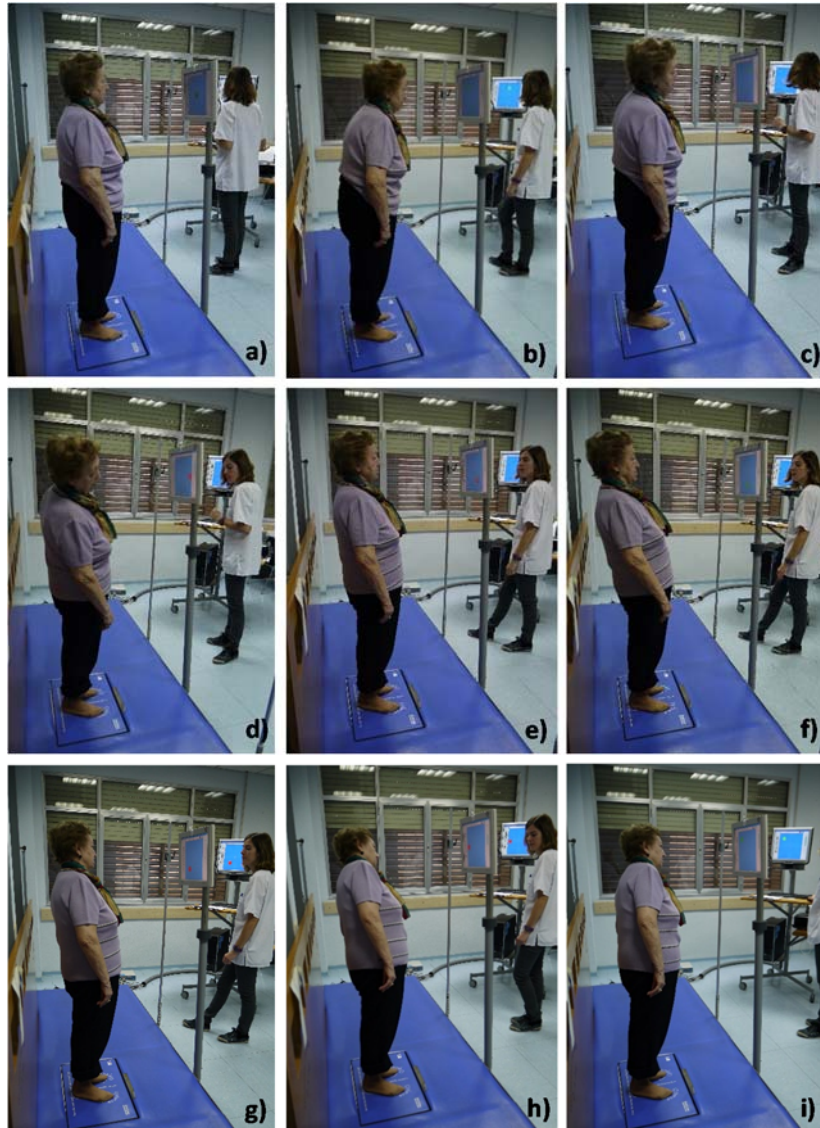
En cada una de las pruebas Romberg, se registraron los siguientes parámetros (Balaguer García y cols., 2012):

- *Desplazamiento total (mm)*: Distancia al origen de la plataforma del centro de presiones de la nube de puntos (vector desplazamiento) descrita por la proyección del CDG.
- *Ángulo de desplazamiento (°)*: orientación del vector desplazamiento descrito antes.
- *Dispersiones mediolateral (eje X) y anteroposterior (eje Y) (mm)*: dispersión de la nube de puntos descrita por la proyección del CDG en dirección mediolateral y anteroposterior. Representan el valor medio de la oscilación del centro de presiones (proyección sobre la plataforma del CDG del sujeto) en los ejes mediolateral y anteroposterior durante el tiempo de registro. Informan de la dirección en que predominan las oscilaciones del centro de presiones.
- *Área barrida (mm<sup>2</sup>)*: estima el área aproximada en la que se produce el balanceo del sujeto. Para realizar este cálculo, la aplicación informática determina una elipse que engloba una nube de puntos que representan la trayectoria del sujeto durante el tiempo que dura la prueba. Este parámetro informa de la precisión con que el sujeto mantiene el equilibrio, puesto que un sujeto inestable realiza grandes oscilaciones mientras que un sujeto normal realiza pequeñas oscilaciones (Gagey & Weber, 2001).
- *Velocidad media (m/s)*: es una estimación de la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones del sujeto durante la prueba. Para realizar este cálculo, la aplicación calcula la distancia total recorrida por el CDG durante la prueba y la divide por el tiempo transcurrido.

- *Desplazamientos máximos mediolateral y anteroposterior (mm):* representan el punto más lejano en los ejes mediolateral y anteroposterior al que se desplaza el centro de presiones durante el tiempo de registro.
- *Fuerzas máximas mediolateral y anteroposterior (N):* fuerza máxima en la dirección mediolateral y anteroposterior ejercida durante la prueba.

Por otro lado, en la **prueba dinámica de los LE** se evaluó la estabilidad postural del sujeto mediante la prueba de determinación de los LE. Esta prueba permite determinar los LE del sujeto en 8 direcciones de forma independiente, lo que ayuda a conocer en qué área puede desplazar el participante su CDG sin producirse una caída. Para su realización se siguió la metodología desarrollada en el manual del sistema. Se solicitó inicialmente al sujeto que, en la misma postura explicada anteriormente para el análisis sensorial, buscara su posición de mayor estabilidad. Una vez conseguida, el evaluador situó el centro de presiones del sujeto en una diana central. A continuación, un monitor del ordenador situado enfrente y a la altura de los ojos del sujeto, reflejó la posición de su CDG gracias a un cursor. Entonces, se le solicitó al participante desplazar dicho cursor, sin mover la base de sustentación, en dirección a ocho dianas dispuestas a intervalos de 45° presentadas consecutivamente en los LE teóricos (Figura 18). El sujeto dispuso de ocho segundos para desplazar su CDG hasta cada diana, intentando permanecer en ella el máximo tiempo posible. El protocolo se inició por la diana frontal, y se siguió por orden según el movimiento de las agujas del reloj. La distancia a cada una de las dianas objetivo dependió de la edad y la estatura del sujeto, factores por los que está segmentada la base de datos de normalidad del IBV (Baydal y cols., 2004). Toda la prueba se realizó dos veces, pero se registraron solo los resultados de la

segunda vez porque el objetivo de la primera fue familiarizar al sujeto con la prueba de evaluación y asegurar el correcto entendimiento de la misma.



**Figura 18.** Secuencia de evaluación de la prueba dinámica de los LE en una participante con hemiparesia derecha: a) posicionamiento del centro de presiones en la diana central; b) la participante desplaza su centro de presiones hasta la diana frontal cambiando el color de la misma de rojo a verde; c) mismo procedimiento en la diana frontal y derecha; d) la participante no consigue desplazar su centro de presiones a la diana derecha; e) diana posterior y derecha; f) diana posterior; g) diana posterior e izquierda; h) diana izquierda; i) diana anterior e izquierda.

Los parámetros calculados para cada uno de los ocho LE fueron los siguientes:

- *Desplazamiento máximo (%)*: porcentaje respecto al patrón de normalidad (segmentado por sexo, edad y altura) del desplazamiento máximo alcanzado en cada una de las direcciones. Un valor del 100% expresa que la distancia alcanzada en la dirección del límite, obtenida como proyección sobre la recta que une el origen con el límite, es igual a la del patrón de normalidad.
- *Tiempo de reacción (s)*: tiempo empleado por el sujeto para alcanzar cada uno de los LE.
- *Control direccional (%)*: estima la linealidad de la trayectoria seguida por el sujeto para alcanzar cada uno de los LE. Este estimador se calcula como el porcentaje de los puntos de la trayectoria que quedan dentro del rectángulo formado entre la diana objetivo y el punto de partida, respecto a los totales de la trayectoria.
- *Éxito (%)*: estima la estabilidad del sujeto una vez alcanzada la diana objetivo en cada uno de los LE. Se calcula como porcentaje de puntos que caen dentro de la diana objetivo respecto a los posibles.
- *Tiempo de confinamiento (s)*: cuantifica el tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba hasta que la proyección de su CDG abandona la diana central, estimando así la velocidad de respuesta del sujeto para iniciar el movimiento hacia cada uno de los LE.
- *Índice de valoración de los LE (%)*: este índice valora, como promedio, las puntuaciones obtenidas por el sujeto en estudio en cada uno de los ocho LE. En cada límite de estabilidad se puntúa con las siguientes ponderaciones de los parámetros anteriormente descritos: desplazamiento máximo (55%), tiempo de reacción (10%), control direccional (25%), porcentaje de éxito (5%) y tiempo de confinamiento



(5%). Valores inferiores al 100% indican un alejamiento de la normalidad (tomando como referencia la base de datos del IBV (Baydal y cols., 2004)).

Una vez terminadas estas pruebas, el participante descansó durante unos minutos antes de pasar a la valoración del patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha. Se aprovechó este tiempo para calzar al sujeto y para cumplimentar el Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI) referente a las pruebas de valoración del equilibrio (Anexo 15): análisis sensorial y prueba dinámica de los LE (Figura 19).

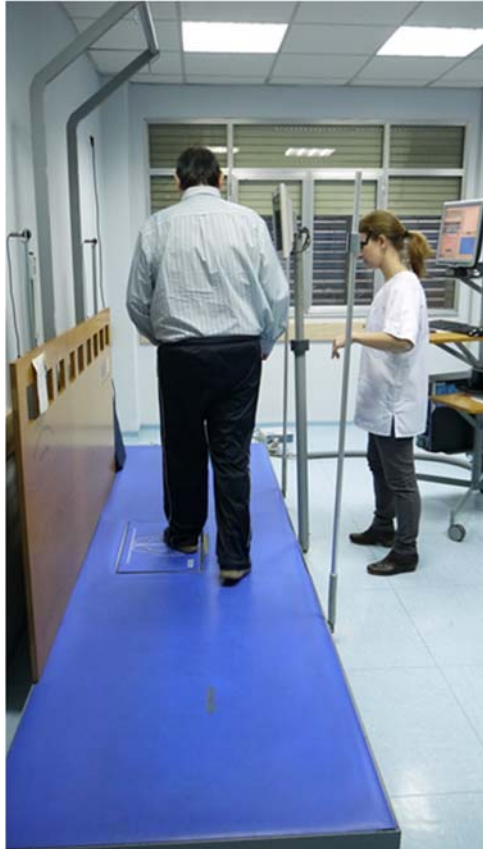


**Figura 19.** Entrevista para cumplimentar el Cuestionario de Motivación Intrínseca referente a la motivación de la participante en la realización de las pruebas de evaluación del equilibrio.

*Patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha:*

El protocolo de medida empleado en este estudio para la prueba de marcha consistió en pedir al sujeto que caminara por el pasillo de tres metros y medio de longitud que integra el sistema NedSVE/IBVv4 a una velocidad de marcha confortable (Figura 20). Para asegurar una pisada normal sobre la plataforma, se le pidió que caminara mirando al frente y se le motivó positivamente aunque la pisada cayera fuera de la plataforma (Figura 21). Se registraron un mínimo de tres pisadas completas de cada pie que no difiriesen entre sí en velocidad más

de un 10%. La prueba se realizó con el paciente calzado con un zapato cómodo, de uso habitual y bien sujeto al pie, que el participante conservó a lo largo de todo el estudio para las valoraciones.

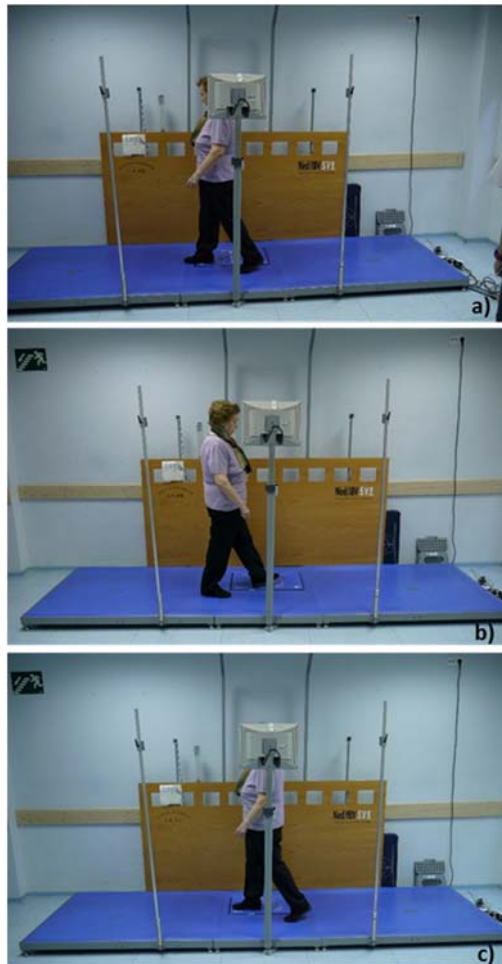


**Figura 20.** Prueba de marcha.

Para realizar la prueba la persona valorada tuvo que ser capaz de caminar sin ayudas técnicas. Los evaluadores siguieron las instrucciones descritas en el manual de usuario de la aplicación informática NedAMH/IBV para llevar a cabo las valoraciones a excepción de que se admitieron registros con doble o triple pisada del mismo pie sobre la plataforma, siempre que una de las pisadas fuese completa. Con esto se admitieron medidas a velocidad muy lenta o longitud de

paso muy reducida que con el protocolo estándar hubiesen sido descartadas, reduciendo el efecto suelo del protocolo de valoración (Vivas Broseta, 2014).

Una vez finalizada la prueba de marcha, el participante descansó durante unos minutos antes de pasar al resto de pruebas del protocolo de valoración (BBS, FACHS, FAC y TUG). Se aprovechó este tiempo para rellenar el cuestionario IMI (Anexo 15) relacionado con la prueba recién realizada del patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha (Figura 22).



**Figura 21.** Imágenes de la prueba de marcha en una participante con hemiparesia derecha: a) falsa prueba, la pisada cae fuera de la plataforma; b) y c) pruebas correctas.

#### 2.3.1.15. Cuestionario de Motivación Intrínseca (Intrinsic Motivation Inventory, IMI)

La motivación del participante es importante para el resultado terapéutico (Maclean & Pound, 2000), por ello se empleó este cuestionario con el fin de descartar diferencias en la motivación de los sujetos al realizar las pruebas de la valoración biomecánica. Se trata de una herramienta de medida multidimensional de la experiencia subjetiva de los individuos en relación a tareas experimentales (McAuley, Duncan & Tammen, 1989) y, en la actualidad, su uso es frecuente en los estudios de rehabilitación tras ictus (Popović y cols., 2014).

Aunque el cuestionario original presenta 27 ítems, para este estudio se empleó el cuestionario de 18 ítems utilizado por McAuley y cols. en 1989 ya que esta longitud se consideró más viable en la práctica clínica. Además, se trata de un cuestionario fiable en su globalidad ( $\alpha=0,85$ ) y por dimensiones (interés-disfrute,  $\alpha=0,78$ ; competencia percibida,  $\alpha=0,80$ ; esfuerzo,  $\alpha=0,84$ ; y presión-tensión,  $\alpha=0,68$ ) (McAuley, Duncan & Tammen, 1989).

Cabe destacar que esta medida es un instrumento de evaluación flexible que determina los niveles de motivación intrínseca del sujeto como una función aditiva de las dimensiones subyacentes (McAuley, Duncan & Tammen, 1989) de interés-disfrute (ítems 1, 7, 8, 13 y 17), competencia percibida (ítems 2, 9, 14, 16 y 18), esfuerzo (ítems 3, 4, 6 y 12) y presión-tensión (ítems 5, 10, 11 y 15).

Para este estudio, en el cuestionario se adecuaron las preguntas empleados por McAuley y cols. en 1989 (Anexo 15) con el fin de hacer referencia a la realización de las pruebas de evaluación del equilibrio (Figura 19) y de la marcha (Figura 22).

Previamente al análisis estadístico, se llevó a cabo la transformación de la puntuación obtenida en los ítems invertidos (ítems 12, 17 y 18) de manera que tuviera el mismo significado que la puntuación obtenida en el resto de ítems.



**Figura 22.** Entrevista para cumplimentar el Cuestionario de Motivación Intrínseca referente a la motivación del sujeto en la realización de la prueba de evaluación de marcha.

## **2.4. Intervención**

### **2.4.1. Aplicación y características**

Todos los sujetos participantes en el estudio siguieron un protocolo de fisioterapia basado en criterios clínico-funcionales el cual, conforme recomienda la literatura consultada (Pollock y cols., 2014), aunó diversos enfoques de fisioterapia neurológica. El objetivo principal de dicho protocolo fue la recuperación del equilibrio y la marcha tras ictus.

La intervención se llevó a cabo en el HUIP La Fe de Valencia. En este punto cabe explicar que, por funcionamiento del hospital, durante el periodo experimental de esta tesis, las personas que sufrieron un ictus ingresaron en el nuevo hospital situado en el barrio de Malilla hasta que alcanzaron la estabilidad hemodinámica.

Durante este periodo, todos los sujetos que fueron incluidos en el estudio y contaron con prescripción médica para iniciar la fisioterapia, realizaron el tratamiento con un mismo fisioterapeuta (MM). Las sesiones tuvieron una duración de treinta minutos y se realizaron cinco días a la semana.

Cuando el paciente alcanzó dicha estabilidad fue trasladado al antiguo hospital situado en el barrio de Campanar donde permaneció ingresado para realizar la rehabilitación en el gimnasio hasta el alta médica. En este periodo, todos los participantes realizaron las sesiones de fisioterapia con una misma fisioterapeuta (MLS). Estas tuvieron una duración de noventa minutos y se realizaron cinco días a la semana.

Tras el alta médica, cuando se requirió continuar con rehabilitación ambulatoria esta se volvió a realizar en el hospital nuevo de Malilla. En este periodo, todos los participantes continuaron las sesiones de fisioterapia con la misma fisioterapeuta (MLS), estas tuvieron una duración de noventa minutos y se realizaron tres días a la semana.

Por tanto, no hubo diferencias entre grupos respecto a las condiciones de trabajo (luminosidad, espacios y temperatura) o al material empleado. Asimismo, dos fisioterapeutas (MM y MLS) con más de diez años de experiencia en el ámbito de la fisioterapia neurológica llevaron a cabo el tratamiento de todos los sujetos. MM durante el periodo de estabilidad hemodinámica (una semana tras ictus) y MLS tras dicha estabilidad hasta el alta médica. Así se evitaron diferencias debidas al proceder específico de cada profesional al poner en práctica el protocolo de tratamiento, así como diferencias al clasificar el nivel funcional de cada participante en el momento del tratamiento.

El periodo de tratamiento fisioterápico comprendió el tiempo entre el inicio de la fisioterapia tras el episodio de ictus y el alta del Servicio de Rehabilitación del

hospital (aproximadamente entre tres y seis meses de duración según la gravedad de las secuelas de cada persona).

Aunque el tiempo estimado de la sesión de fisioterapia fue de treinta minutos durante la estabilidad hemodinámica y noventa minutos posteriormente hasta el alta del sujeto, se permitieron los periodos de descanso necesarios para cada sujeto, por lo que el tiempo que el participante pasó junto al fisioterapeuta fue mayor.

La duración de las sesiones de fisioterapia fue la misma en ambos grupos porque en el grupo control se añadieron más técnicas relacionadas con la recuperación de la funcionalidad del miembro superior parético.

Por otro lado, aquellos sujetos que lo requirieron realizaron sesiones de terapia ocupacional y logopedia por prescripción médica.

A continuación, se detallan los protocolos de tratamiento fisioterápicos creados específicamente para el desarrollo del presente estudio: el protocolo base, llevado a cabo en ambos grupos de tratamiento, y el protocolo con las técnicas fisioterápicas extra añadidas solo a aquellos sujetos que pertenecieron al grupo intervención.

#### **2.4.2. Protocolo fisioterápico base**

Como se indicó anteriormente, existe evidencia científica de que es más efectivo el tratamiento fisioterápico tras ictus cuando este está compuesto por técnicas de diversos enfoques, sin embargo, no se encontró en la literatura científica un protocolo que describiera el tratamiento fisioterápico para la reeducación del equilibrio y/o la marcha durante los primeros seis meses tras ictus. Por este motivo, el protocolo que se presenta en este apartado fue desarrollado específicamente para este estudio. Para ello, la fisioterapeuta MLS realizó una

búsqueda sistemática con el objetivo de conocer las técnicas específicas más efectivas en la reeducación de la marcha tras ictus en fase aguda. Además, se reunió con dos fisioterapeutas del HUIP La Fe (AEG y MM) con más de diez años de experiencia en el tratamiento de pacientes neurológicos, así pusieron en común su experiencia clínica junto con el conocimiento del funcionamiento del hospital. Después de unificar todas las ideas, MLS realizó el primer borrador de protocolo que fue revisado por los dos fisioterapeutas del HUIP La Fe hasta llegar al protocolo definitivo que fue el empleado en este estudio y que se presenta a continuación, además puede encontrarse una tabla resumen en el Anexo 21.

El protocolo está realizado en base a criterios clínico-funcionales y cada etapa de tratamiento se divide considerando el nivel funcional del sujeto según la puntuación obtenida en las clasificaciones SedHS, BipHS y FACHS.

De este modo, cuando el participante se encontró en una situación funcional pobre (**SedHS=0-1, BipHS= 0-1 y FACHS= 0**), habitualmente coincidiendo con el periodo de estabilidad hemodinámica en la fase aguda, el protocolo fisioterápico base se compuso de las siguientes técnicas de intervención:

- Facilitar la activación voluntaria en los grupos musculares clave de miembros inferiores mediante la maniobra del puente (adaptada de: Bale & Strand, 2008; Davies, 2002; Fletcher, Cornall & Armstrong, 2009; Kane & Buckley, 2016; Paeth, 2006; Verheyden y cols., 2009). Se pidió al sujeto que elevara la pelvis partiendo de la posición de decúbito supino con las caderas y rodillas flexionadas y los pies apoyados (Figura 23). Cuando fue necesario facilitar la alineación del miembro inferior parético se empleó una pelota que el sujeto debió mantener entre sus rodillas durante la realización de la técnica. Con el fin de mantener la longitud de los músculos pectorales mayores, los miembros superiores se mantuvieron en abducción y rotación externa de hombros con las manos entrelazadas debajo de la cabeza (o



cuando esta posición fue imposible por el dolor y/o el estiramiento se adaptó una posición lo más aproximada posible) (Carr & Shepherd, 2004; Gillen & Nilsen, 2016). Se realizaron tres series de diez repeticiones.

- Se entrenó al participante a realizar los cambios posturales en la cama, de decúbito supino a ambos decúbitos laterales y viceversa, así como el paso a sedestación desde tumbado, para lograr mayor autonomía y mejorar la movilidad (Bobath, 1997; Davies, 2002; Kane & Buckley, 2016).
- Se le explicó al sujeto y a su familia y/o cuidador principal las normas de higiene postural y el modo de manipular correctamente a la persona para evitar la aparición del hombro doloroso y permitir un mayor control postural por parte del individuo (Bobath, 1997; Davies, 2002; Kane & Buckley, 2016).

Cuando el sujeto logró un nivel funcional algo superior, especialmente en sedestación (**SedHS= 2-3, BipHS= 1, FACHS= 0**) se realizó una progresión en las técnicas, de tal forma que las empleadas en esta fase fueron:

- Facilitar la activación voluntaria en los grupos musculares clave de miembros inferiores mediante la maniobra del puente (Figura 23). En la misma posición y el mismo número de repeticiones que en la fase anterior (adaptada de: Bale & Strand, 2008; Carr & Shepherd, 2004; Davies, 2002; Fletcher, Cornall & Armstrong, 2009; Kane & Buckley, 2016; Paeth, 2006; Verheyden y cols., 2009).



**Figura 23.** Maniobra del puente: a) y b) el sujeto precisa asistencia para mantener el estiramiento del miembro superior parético; c) se aprecia la mejora en la adaptación de los tejidos blandos y el sujeto es capaz de mantener por sí mismo la posición de estiramiento.

- Con el objetivo de conseguir una mayor autonomía en sedestación se trabajó el equilibrio y los movimientos disociados de tronco en dicha posición. Así, el sujeto debió coger con su mano no parética una pelotita que la fisioterapeuta le ofreció en distintas localizaciones espaciales fuera de su CDG. También se le pidió esta actividad con la mano parética, cuando no pudo cogerla con esta mano, se procedió a tocarla con el dorso o la palma de la misma (adaptada de: Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Gillen, 2016; Verheyden y cols., 2009). Se realizaron cinco repeticiones de este ejercicio con cada mano.
- Para fortalecer el músculo cuádriceps en ambos miembros inferiores se pidió al sujeto la extensión alterna de ambas rodillas manteniendo el tobillo en dorsiflexión (Figura 24). El sujeto fue instruido para devolver el pie a la posición de inicio buscando así la contracción de la musculatura isquiotibial (adaptado de: Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Kilbride & Cassidy, 2009). Con el fin de facilitar la realización del ejercicio el paciente permaneció en sedestación con apoyo de tronco. Se realizaron tres series de diez repeticiones.



**Figura 24.** En la imagen se muestra la realización del ejercicio de potenciación de cuádriceps mediante la extensión alterna de ambos miembros inferiores por un sujeto con hemiparesia derecha.

- Con el fin de fortalecer los miembros inferiores y mejorar el control postural y el equilibrio se practicó la actividad funcional de levantarse desde sedestación y volverse a sentar (adaptada de: Bale & Strand, 2008; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Fletcher, Cornall & Armstrong, 2009). Para facilitar la contracción de los músculos clave y poder realizar el ejercicio en un entorno seguro se posicionó una camilla delante del paciente, se pidió al sujeto que apoyara ambas manos en dicha camilla flexionando así el tronco. La fisioterapeuta estabilizó el miembro superior parético (para facilitar la traslación del peso corporal al mismo) y el astrágalo del pie afecto buscando el apoyo del talón en el suelo. El talón del miembro inferior parético se situó posterior al otro para facilitar una mayor carga de peso en el mismo. Una vez conseguida la posición de facilitación se le pidió al sujeto que hiciera fuerza con sus talones contra el suelo. Solo cuando el participante fue capaz de levantarse contrayendo sus cuádriceps y glúteos se permitió que este se levantara. Cuando el movimiento isotónico no fue posible, se realizó contracción isométrica. En esta fase esta actividad se repitió 10 veces. Cuando el sujeto pudo ejecutar correctamente la actividad este la realizó por sí mismo bajo supervisión para prevenir caídas (Figura 25).



**Figura 25.** En la imagen se aprecia la facilitación del paso de sedestación a bipedestación con activación de los músculos claves (cuádriceps y glúteos) y apoyo de miembros superiores en un sujeto con hemiparesia derecha.

- En bipedestación delante del espejo con ambas manos en las barras paralelas se inició la reeducación del equilibrio y la traslación del peso hacia el miembro inferior parético (adaptada de: Mudge, Barber & Stott, 2009; Rose, 2005). En esta posición, se le pidió al sujeto que trasladara su peso alternativamente a ambos miembros inferiores. Se realizaron cinco repeticiones de esta actividad bilateral. Una vez el sujeto hubo explorado su área de apoyo en ambos pies se le pidió que trasladara su peso corporal hacia delante y atrás, llevándolo hacia la punta de los pies y hacia los talones. Esta actividad también se repitió cinco veces en ambas direcciones.
- Se trabajó el equilibrio en bipedestación delante del espejo con apoyo en las barras paralelas (adaptado de: Ada, Dean & Mackey, 2006; Mudge, Barber & Stott, 2009). Se pidió al participante que intentara mantenerse en bipedestación soltando el apoyo de sus manos diez veces (Figura 26).



**Figura 26.** Se observa la pérdida de equilibrio al quitar el apoyo de las manos en un sujeto con hemiparesia izquierda.

Al alcanzar un mayor control en bipedestación (**SedHS= 3, BipHS= 2, FACHS= 1**) el protocolo progresó realizando las siguientes técnicas fisioterápicas:

- Se continuó con la maniobra del puente. El mismo número de repeticiones que en la fase anterior y en la misma posición (adaptada de: Bale & Strand, 2008; Carr & Shepherd, 2004; Davies, 2002; Fletcher, Cornall & Armstrong, 2009; Kane & Buckley, 2016; Paeth, 2006; Verheyden y cols., 2009). Se aumentó la dificultad situando el pie parético retrasado respecto al otro para requerir más fuerza del miembro inferior parético al elevar la pelvis (Figura 27).



**Figura 27.** Maniobra del puente. La participante con hemiparesia izquierda retrasa el pie izquierdo para realizar más fuerza con ese miembro inferior al elevar la pelvis.

- El ejercicio de extensión de rodillas se continuó efectuando en esta fase con el mismo número de repeticiones que en la anterior (adaptado de: Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Kilbride & Cassidy, 2009), pero se progresó en dificultad eliminando el apoyo de tronco y manteniendo los miembros superiores en ligera extensión y rotación externa de hombro (Davies, 2002; Paeth, 2006) (Figura 28).

- Se continuó con la actividad funcional de pasar de sedestación a bipedestación y viceversa (adaptada de: Bale & Strand, 2008; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Fletcher, Cornall & Armstrong, 2009). En esta fase se aumentó el número de repeticiones realizando tres series de diez.



**Figura 28.** Técnica de potenciación de cuádriceps: a) el sujeto extiende su rodilla pero requiere asistencia para mantener la postura correcta por lo que se le permite el apoyo del tronco al mismo tiempo que la fisioterapeuta mantiene el estiramiento del pectoral mayor, bíceps braquial y flexores de muñeca en el miembro superior parético; b) el sujeto mantiene la postura correcta de tronco y de miembros superiores mientras extiende las rodillas alternativamente.

- Con el fin de mejorar la traslación del peso hacia el miembro inferior parético se pidió al sujeto que en bipedestación con apoyo en las barras paralelas y delante del espejo levantara sus talones alternativamente. Se realizaron cinco repeticiones con cada pie (adaptado de: Ada, Dean & Mackey, 2006; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009).
- Asimismo, se continuó con el trabajo de equilibrio en bipedestación delante del espejo con apoyo en las barras paralelas. Se pidió al participante que intentara mantenerse en bipedestación soltando el apoyo de sus manos diez veces (adaptado de: Ada, Dean & Mackey, 2006; Mudge, Barber & Stott, 2009).

- En esta fase se inició la reeducación de la marcha en paralelas delante de un espejo (adaptada de: Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Mudge, Barber & Stott, 2009). En total se caminó 50 metros. Se facilitó la colocación de ambas manos del individuo en las barras paralelas, se caminó hacia delante y al llegar al final se volvió caminando de espaldas (Yang y cols., 2005), así se ofreció un refuerzo visual durante toda la actividad. También se reentrenó la marcha lateral con el participante apoyado con ambas manos en una de las barras paralelas y caminando en los dos sentidos (Figura 29).



**Figura 29.** La figura muestra el inicio del entrenamiento de la marcha lateral en paralelas de un sujeto con hemiparesia izquierda.

- En esta fase se añadió el trabajo de resistencia cardiovascular mediante cicloergómetro (Carr & Shepherd, 2004; Duncan y cols., 2003; Kilbride & Cassidy, 2009). Este se realizó sin aplicar resistencia, con el sujeto sentado correctamente con ambas manos apoyadas en el manillar y los miembros inferiores alineados evitando la rotación externa del miembro inferior parético (Figura 30a). Se comenzó realizando esta actividad durante cinco

minutos y se aumentó el tiempo de la misma en cinco minutos por semana hasta efectuar treinta minutos. Por seguridad, en algunos sujetos en esta fase se tuvo que adaptar esta actividad empleando un pedalier en lugar de un cicloergómetro. Asimismo, al inicio, algunos participantes requirieron la asistencia de la fisioterapeuta para conseguir mover el pedal con el miembro inferior parético (Figura 30.b). Cabe destacar que la fisioterapeuta controló las pulsaciones del individuo antes de iniciar la actividad y a mitad del tiempo de realización de la misma con el fin de mantenerlas entre el 50% y el 70% de la frecuencia cardíaca máxima ajustada por la edad y por el uso de betabloqueantes (Olney y cols., 2006).



**Figura 30.** Trabajo de resistencia cardiovascular en dos participantes con afectación del hemicuerpo derecho: a) la participante es capaz de mantener la postura correcta con seguridad encima del cicloergómetro; b) la participante requiere la asistencia de la fisioterapeuta para poder realizar el movimiento del miembro inferior parético.



En el siguiente nivel funcional (**SedHS= 4, BipHS= 3, FACHS= 2**), caracterizado por el logro de la bipedestación libre, se realizaron las técnicas fisioterápicas que se describen a continuación:

- Se continuó con la actividad funcional del paso de sedestación a bipedestación y viceversa (adaptada de: Bale & Strand, 2008; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Fletcher, Cornall & Armstrong, 2009) realizando, al igual que en la fase anterior, tres series de diez repeticiones pero se prescindió del apoyo anterior de los miembros superiores (Figura 31).



**Figura 31.** Se muestra la actividad de paso de sedestación a bipedestación de un participante con afectación del hemicuerpo izquierdo.

- En bipedestación se trabajó el equilibrio pidiendo al participante que cogiera con su mano no parética una pelotita que le ofreció la fisioterapeuta en distintas localizaciones espaciales fuera de su CDG (adaptado de: Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012). Esta actividad tuvo que realizarla también con la mano parética, si el sujeto no pudo cogerla, se procedió a tocarla con el dorso o la palma de la misma. Se realizaron cinco repeticiones de este ejercicio con cada mano.

- Continuando con el trabajo de equilibrio, en bipedestación delante del espejo y sin apoyo, el sujeto tuvo que elevar alternativamente ambos pies (adaptado de: Duncan y cols., 2003; Marigold y cols., 2005; Mudge, Barber & Stott, 2009). Se hicieron cinco repeticiones con cada pie.
- En decúbito lateral se realizó el estiramiento pasivo del recto femoral del miembro inferior parético con el fin de normalizar el tono antes de realizar la siguiente actividad funcional (Carr & Shepherd, 2004). El estiramiento se mantuvo durante veinte segundos y se repitió cinco veces (Figura 32).



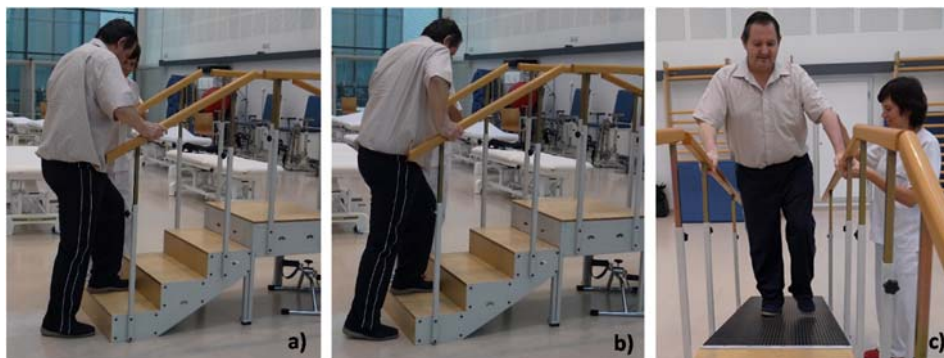
**Figura 32.** Estiramiento pasivo del músculo recto femoral del miembro inferior parético.

- Se inició la reeducación de la actividad funcional de subir y bajar escaleras (Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009). En este ejercicio se pidió al sujeto que subiera y bajara lateralmente (Figura 33). El individuo subió cada escalón con el pie parético y los bajó con el no parético. Se realizaron cinco repeticiones.



**Figura 33.** Se muestran imágenes de un participante del estudio con afectación del hemicuerpo izquierdo realizando la actividad de subir escaleras lateralmente. La fisioterapeuta facilita el avance y posición adecuados del miembro superior parético.

- Se continuó con la reeducación de la actividad funcional de subir y bajar escaleras, añadiendo la rampa (Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009). En esta fase se pidió al sujeto que de frente subiera cada escalón con el pie parético y los bajara de uno en uno con el no parético (si el sujeto tuvo dificultad para bajar las escaleras de frente, se realizó de espaldas). Se llevaron a cabo cinco repeticiones completas del circuito (Figura 34).



**Figura 34.** Se observan diversos momentos de un participante del estudio con afectación del hemicuerpo izquierdo realizando la actividad de subir escaleras de frente, imágenes a) y b); y subiendo la rampa, imagen c). La fisioterapeuta facilita el avance y colocación correctos del miembro superior parético.

- Al realizar la actividad anterior, antes de subir la rampa se realizó el estiramiento pasivo del músculo tríceps sural del miembro inferior parético (Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004). Se mantuvo el estiramiento durante veinte segundos y se repitió cinco veces (Figura 35).



**Figura 35.** En la imagen se muestra un participante del estudio con afectación del hemicuerpo izquierdo realizando el estiramiento de tríceps sural antes de iniciar la actividad de subir la rampa.

- Para facilitar la fase de preoscilación de la marcha se empleó una técnica de potenciación y estiramiento del músculo tríceps sural de ambos miembros inferiores (Ada, Dean & Mackey, 2006; Bale & Strand, 2008; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009). El participante posicionó las puntas de sus pies en el primer escalón de la escalera terapéutica (se permitió el apoyo de las manos en las barandillas de la misma), entonces dejó caer los talones manteniendo las caderas extendidas y, a continuación, los elevó hasta la horizontal (Figura 36). Se realizaron tres series de diez repeticiones.



**Figura 36.** Se muestran algunos ejemplos de enseñanza y facilitación del estiramiento activo de tríceps sural en ambos miembros inferiores: a) la fisioterapeuta acompaña el movimiento de descenso de los talones desde la pelvis en un sujeto con hemiparesia derecha; b) la fisioterapeuta alinea el miembro inferior parético en un sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo; c) y d) la fisioterapeuta estimula la extensión de la cadera mientras un individuo con afectación del hemicuerpo izquierdo realiza el ejercicio.

- Se continuó con el entrenamiento del estado cardiovascular en el cicloergómetro siguiendo con las pautas ya indicadas (Carr & Shepherd, 2004; Duncan y cols., 2003; Kilbride & Cassidy, 2009; Olney y cols., 2006). Se ejercitó sin resistencia, pero se estimuló el aumento de la velocidad una vez alcanzados los treinta minutos de actividad (Figura 37).



**Figura 37.** Sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo pedaleando en el cicloergómetro.

- Se reeducó la marcha con la mínima ayuda técnica necesaria (Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Mudge, Barber & Stott, 2009; Yang y cols., 2005). Generalmente, un bastón y/o supervisión (Figura 38), aunque en algunos casos por seguridad, al principio se realizó esta actividad dentro de las paralelas sin apoyo (Figura 39). Se pidió al participante que caminara hacia delante, atrás y lateralmente, un total de 50 metros.



**Figura 38.** Reeducción de la marcha de dos sujetos con afectación del hemicuerpo izquierdo: a) y b) marcha hacia delante con ayuda de un bastón; c) y d) marcha lateral hacia la derecha bajo supervisión.



**Figura 39.** Reeducción de la marcha de dos sujetos con afectación del hemicuerpo derecho, por seguridad se trabaja dentro de las barras paralelas aunque sin apoyo. El participante de la izquierda realiza marcha lateral mientras que la de la derecha camina hacia atrás con apoyo visual del espejo.

Cuando el sujeto logró la bipedestación libre prolongada (**SedHS= 4-5, BipHS= 4 y FACHS= 2-3**) se realizaron las mismas técnicas fisioterápicas que en el nivel anterior excepto el entrenamiento del paso de sedestación a bipedestación que se cambió por 50 metros más de entrenamiento de la marcha. Del mismo modo, las técnicas que permanecieron progresaron en dificultad:

- El estiramiento pasivo de recto femoral se realizó con el sujeto en bipedestación (Carr & Shepherd, 2004). Cuando el individuo fue capaz de efectuarlo por sí mismo de forma correcta se permitió el autoestiramiento. En caso de necesitar ayuda para realizarlo, la fisioterapeuta asistió al participante (Figura 40).



**Figura 40.** Estiramiento pasivo del músculo recto femoral del miembro inferior parético en bipedestación.

- Las actividades de subir y bajar escaleras lateralmente y de frente (Figura 41), así como subir y bajar la rampa, junto con el estiramiento pasivo de tríceps sural parético antes de subir la rampa, se realizaron siguiendo la misma pauta que en el nivel anterior, pero sin asistencia de la fisioterapeuta

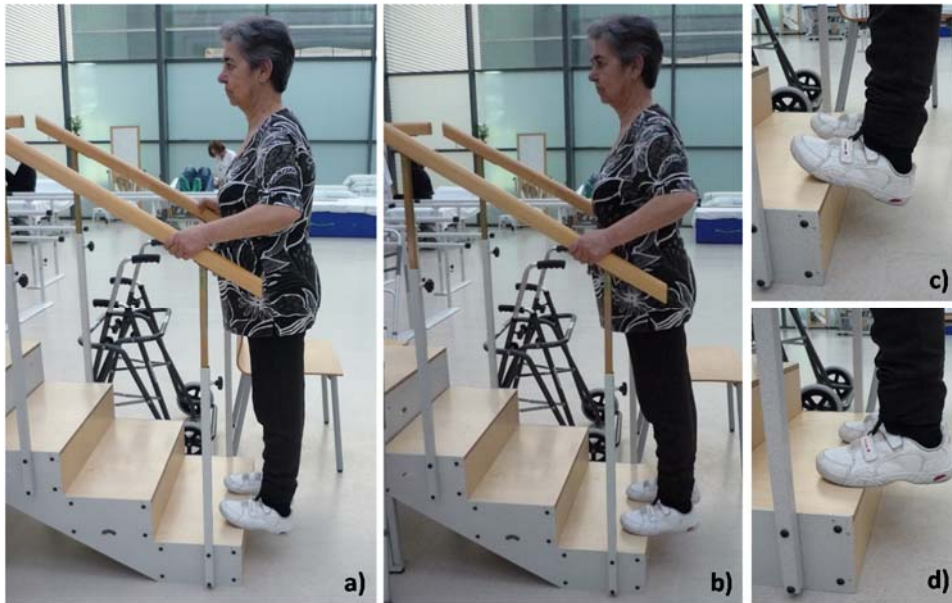


(Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009).



**Figura 41.** Reeducción de la actividad de subir y bajar escaleras lateralmente y de frente en una participante con hemiparesia izquierda.

- Del mismo modo, en este nivel, el estiramiento activo de tríceps sural en ambos miembros inferiores (Ada, Dean & Mackey, 2006; Bale & Strand, 2008; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009) también pudo realizarse sin asistencia con el mismo número de repeticiones que en el nivel anterior (Figura 42).
- Respecto a la reeducación de la marcha (Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Marigold y cols., 2005; Mudge, Barber & Stott, 2009; Shumway-Cook & Woollacott, 2012), en este nivel, se realizaron 30 metros caminando con la mínima ayuda técnica, hacia delante, atrás y lateralmente en ambos sentidos (Figura 43), y además se añadieron 50 metros caminando en circuito realizando cambios de dirección, superando obstáculos y trabajando a distintas velocidades (Figura 44).



**Figura 42.** Estiramiento activo de tríceps sural en una participante con hemiparesia izquierda: a) descenso de talones; b) contracción de tríceps sural en ambos miembros inferiores y elevación de talones hasta la horizontal; c) y d) plano proximal del descenso y elevación de los talones.



**Figura 43.** Reeducción de la marcha con la mínima ayuda técnica. La participante con afectación del hemicuerpo derecho practica la marcha lateral en ambos sentidos sin ayuda y sin supervisión.



**Figura 44.** Reeducción de la marcha con la mínima ayuda técnica: a) participante con afectación del hemicuerpo derecho efectuando un circuito de obstáculos bajo supervisión; b) y c) sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo salvando obstáculos con ayuda de un bastón y asistencia de la fisioterapeuta para prevenir la pérdida de equilibrio; d) y e) participante con afectación del hemicuerpo izquierdo entrenando los cambios de dirección sin supervisión ni ayuda técnica.

Cuando el participante consiguió recuperar completamente una sedestación y una bipedestación normal (**SedHS= 5, BipHS= 5 y FACHS= 3-5**), las técnicas fisioterápicas se centraron en optimizar la marcha:

- Se continuó con el estiramiento pasivo de recto femoral del miembro inferior parético (Carr & Shepherd, 2004) del mismo modo y con las mismas repeticiones que en el nivel anterior (Figura 40).
- Asimismo, permaneció la actividad de subir y bajar escaleras lateralmente (Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009). En esta fase, se retiró progresivamente el apoyo de las manos (Figura 45). Se realizaron cinco repeticiones completas.



**Figura 45.** Se muestran diversos momentos durante el trabajo de reeducación de la actividad de subir escaleras lateralmente sin apoyo en un sujeto con hemiparesia izquierda.

- Del mismo modo, se prosiguió con la actividad de subir y bajar escaleras y rampa de frente (Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009), en esta fase alternando un pie en cada peldaño y retirando progresivamente el apoyo en la barandilla (Figura 46). Se realizaron cinco repeticiones completas.



**Figura 46.** Se detallan diversos momentos en la reeducación de la actividad de subir y bajar escaleras y rampa de frente sin apoyo de un sujeto con hemiparesia izquierda.

- Al igual que en fases anteriores, antes de iniciar el ascenso de la rampa se aprovechó la misma para realizar el estiramiento pasivo de tríceps sural del miembro inferior parético (Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004). Igualmente, se realizaron cinco repeticiones manteniendo el estiramiento 20 segundos.
- La técnica fisioterápica para el estiramiento activo del tríceps sural en el escalón se efectuó en esta fase solo con apoyo del miembro inferior parético (Ada, Dean & Mackey, 2006; Bale & Strand, 2008; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009). Se realizaron tres series de diez repeticiones al igual que en niveles anteriores (Figura 47).



**Figura 47.** De izquierda a derecha, descenso y ascenso hasta la horizontal del talón durante el estiramiento activo del tríceps sural del miembro inferior parético.

- Se continuó con el trabajo de resistencia cardiovascular (Carr & Shepherd, 2004; Duncan y cols., 2003; Kilbride & Cassidy, 2009; Olney y cols., 2006) indicando al individuo que realizara treinta minutos de bicicleta estática sin resistencia pero aumentando al máximo la velocidad de pedaleo. Se mantuvieron las pautas de seguridad ya explicadas.

- En este nivel, cobró gran relevancia la reeducación de la marcha, por lo que se entrenaron 50 metros caminando sin ayuda técnica en circuito (Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004; ; Carr & Shepherd, 2012; Marigold y cols., 2005; Mudge, Barber & Stott, 2009; Shumway-Cook & Woollacott, 2012), realizando cambios de dirección, superando obstáculos, pisando sobre objetos inestables (sacos de arena, cojines de foam, colchonetas, etc.) y trabajando a distintas velocidades (Figura 48). Asimismo, se añadieron 50 metros más caminando en tándem, entre la gente, con poca luz, etc. (Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Marigold y cols., 2005; Mudge, Barber & Stott, 2009) (Figura 49).



**Figura 48.** Reeducción de la marcha. En la figura se muestran imágenes de una participante con hemiparesia izquierda salvando obstáculos y entrenando cambios de dirección sin ayuda técnica y sin supervisión, buscando aumentar la velocidad de ejecución del ejercicio.

Como se puede observar el protocolo fisioterápico desarrollado consta de técnicas fácilmente reproducibles en el ámbito clínico ya que utilizan elementos

que se encuentran habitualmente en el gimnasio de rehabilitación de un hospital.



**Figura 49.** Reeducación de la marcha. En la figura se muestran imágenes de un sujeto con hemiparesia izquierda entrenando la marcha en tándem y salvando obstáculos sin ayuda técnica ni supervisión.

### **2.4.3. Protocolo con las técnicas fisioterápicas extra aplicado en el grupo intervención**

Los sujetos que, de manera aleatoria, se incluyeron en el grupo intervención realizaron el protocolo base desarrollado en el apartado anterior y en el Anexo 21 y además, efectuaron una serie de técnicas específicas extra en cada uno de los niveles funcionales de recuperación. Por tanto, al igual que en el protocolo base, el protocolo fisioterápico aplicado en el grupo intervención se realizó en base a criterios clínico-funcionales y las técnicas añadidas fueron específicas del nivel funcional del sujeto según las clasificaciones SedHS, BipHS y FACHS.

Las técnicas incluidas en este protocolo se resumen en el Anexo 22 y se caracterizan por su fácil aplicación en el ámbito clínico y por no ceñirse a un único

enfoque de tratamiento fisioterápico. El objetivo general de las mismas fue mejorar la sensibilidad de la planta del pie, facilitar la disociación de los movimientos de la pelvis y reeducar el equilibrio.

De este modo, cuando el participante del grupo intervención se encontró en una situación funcional pobre (**SedHS=0-1, BipHS= 0-1 y FACHS= 0**), se añadieron las siguientes técnicas fisioterápicas:

- Estimulación de la sensibilidad de la planta del pie parético (adaptada de Holland & Lynch-Ellerington, 2009; Lynch y cols., 2007; Paeth, 2006).



**Figura 50.** Estimulación de la sensibilidad de la planta del pie parético con un cepillo de dientes.

Con el participante en decúbito supino, se estimuló la planta del pie parético manteniendo el tobillo en dorsiflexión. Con un cepillo de dientes se dibujó, con una ligera presión, la línea imaginaria que une el talón con cada uno de los cinco metatarsianos, esta estimulación se realizó dos veces (Figura 50).

- La maniobra del medio puente (adaptada de Bobath, 1997; Fletcher, Cornall & Armstrong, 2009; Paeth, 2006) se llevó a cabo con el fin de facilitar la reeducación de la marcha ya que esta entrena la disociación de las cinturas



pélvica y escapular así como el movimiento de rotación de la pelvis sobre el fémur.

Esta maniobra se realizó en ambas hemipelvis, pero por su complejidad, se efectuó primero en el miembro inferior no parético para enseñar la correcta realización de la misma sin compensaciones y después, una vez comprendida, se llevó a cabo en el miembro inferior parético. Se realizaron tres series de diez repeticiones en cada miembro inferior. El sujeto partió de la posición de decúbito supino con los miembros superiores en abducción y rotación externa y las manos entrelazadas debajo de la cabeza (o una posición aproximada de los miembros superiores si esta fue imposible por el dolor y el estiramiento). Se pidió al sujeto que flexionara el miembro inferior de la hemipelvis a trabajar y la fisioterapeuta estimulando en el isquion mediante golpeteo le pidió la extensión de la cadera pivotando sobre el otro miembro inferior que permaneció relajado en extensión (Figura 51).



**Figura 51.** Maniobra del medio puente: a) la fisioterapeuta facilita el inicio del movimiento aproximando la rodilla flexionada a la línea media y descendiendo la pelvis; b) la fisioterapeuta facilita la elevación de la hemipelvis consiguiendo su rotación sobre el fémur mediante golpeteo en el isquion.

Cuando el participante del grupo intervención mejoró su situación funcional, especialmente en sedestación (**SedHS= 2-3, BipHS= 1 y FACHS= 0**), se prorrogaron las técnicas anteriores siguiendo la misma pauta de ejecución y el mismo número de repeticiones y se añadieron dos más:

- Control de las posiciones intermedias de flexión de rodilla hacia la extensión en el miembro inferior parético (Bobath, 1997). Se partió de la posición de decúbito supino con el miembro inferior parético en flexión de cadera y rodilla y el pie apoyado en la camilla y se pidió al sujeto que extendiera dicho miembro inferior de forma controlada hasta contactar totalmente en la superficie de la camilla. En esta fase la asistencia de la fisioterapeuta para permitir un movimiento coordinado fue necesaria. Se requirieron diez repeticiones de este ejercicio.
- Asimismo, se asoció al ejercicio anterior la técnica fisioterápica de dorsiflexión activa de tobillo del miembro inferior parético (Bale & Strand, 2008; Bobath, 1997).



**Figura 52.** Maniobra de dorsiflexión activa de tobillo del miembro inferior parético. La fisioterapeuta asiste al sujeto para mantener la alineación del miembro inferior y el apoyo del talón en la camilla durante la dorsiflexión del tobillo.

De tal forma que se pidió al sujeto que mantuviera el miembro inferior parético en un punto del recorrido entre la flexión y la extensión y en esa posición se le requirió la dorsiflexión activa del tobillo. Se realizaron diez repeticiones de este movimiento. En esta fase la asistencia de la fisioterapeuta para permitir un movimiento coordinado fue necesaria (Figura 52).

Al alcanzar un mayor control en bipedestación (**SedHS= 3, BipHS= 2, FACHS= 1**) las técnicas extra añadidas en el grupo intervención fueron las siguientes:

- Se continuó con la estimulación de la sensibilidad de la planta del pie parético (adaptada de Holland & Lynch-Ellerington, 2009; Lynch y cols., 2007; Paeth, 2006) con la misma pauta que en niveles anteriores (Figura 50).
- En este nivel funcional el participante realizó la maniobra del medio puente (adaptada de Bobath, 1997; Fletcher, Cornall & Armstrong, 2009; Paeth, 2006) sin necesidad de asistencia por parte de la fisioterapeuta (Figura 53). Se efectuó el mismo número de repeticiones que en niveles anteriores.



**Figura 53.** Un sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo realiza sin asistencia la maniobra del medio puente con el miembro inferior parético: a) elevación de la hemipelvis parética; b) descenso de la hemipelvis parética.

- La técnica de control de las posiciones intermedias de flexión de rodilla hacia la extensión en el miembro inferior parético (Bobath, 1997) se realizó disminuyendo la asistencia por parte de la fisioterapeuta hasta que el sujeto

logró realizarla por sí mismo correctamente. Se solicitaron diez repeticiones de esta actividad como en el nivel anterior.

- Del mismo modo, se retiró progresivamente la asistencia en la técnica de dorsiflexión activa del tobillo parético (adaptada de Bale & Strand, 2008; Bobath, 1997) pidiendo al participante que realizara diez dorsiflexiones de tobillo, intercaladas con el ejercicio anterior, por tanto, en diversos grados entre la flexión y la extensión del miembro inferior parético (Figura 54).



**Figura 54.** Se visualiza la realización sin asistencia de la técnica de dorsiflexión activa del tobillo parético por una participante con hemiparesia izquierda.

Además, en este nivel funcional se añadieron dos técnicas nuevas:

- En bipedestación con apoyo de ambas manos y con los pies situados en la vertical de la anchura de las caderas del sujeto para no aumentar su base de sustentación, se le requirió el movimiento de la cabeza hacia arriba y hacia abajo y después a un lado y a otro parando siempre en la posición neutra para prevenir mareos (adaptado de Rose, 2005). Se realizaron diez repeticiones en la dirección vertical y diez en la horizontal.
- En la misma posición que en el ejercicio anterior, con el sujeto situado delante de un espejo, se le pidió que llevara su pie no parético hacia delante y atrás trasladando así su peso corporal hacia el miembro inferior parético (Carr & Shepherd, 2004; Davies, 2002).

A partir del siguiente nivel funcional (**SedHS= 4, BipHS= 3, FACHS= 2**), caracterizado por el logro de la bipedestación libre, las técnicas fisioterápicas añadidas al grupo intervención se centraron exclusivamente en el refuerzo del entrenamiento del equilibrio. Así, en este nivel, se realizaron solo las dos técnicas anteriores (disociación de los movimientos de la cabeza respecto al tronco y traslación del peso corporal del sujeto hacia su miembro inferior parético), con el mismo número de repeticiones, pero sin apoyo de las manos.

Cuando el sujeto logró la bipedestación libre prolongada (**SedHS= 4-5, BipHS= 4 y FACHS= 2-3**) se realizaron las mismas técnicas fisioterápicas que en el nivel anterior con el mismo número de repeticiones, pero se aumentó la dificultad al efectuarse sin apoyo de las manos y con los pies juntos.

Cuando el participante recuperó completamente la función de sedestación y bipedestación (**SedHS= 5, BipHS= 5 y FACHS= 3-5**), las técnicas fisioterápicas extra del grupo intervención se centraron en aumentar la dificultad en el entrenamiento del equilibrio con el objetivo de optimizar la marcha:

- Así, el trabajo de disociación de los movimientos de cabeza respecto al tronco (adaptado de Ada, Dean & Mackey, 2006; Rose, 2005) se llevó a cabo en bipedestación sin apoyo, con los pies juntos y los ojos cerrados (Figura 55).
- Respecto a la técnica de traslación del peso corporal del sujeto al miembro inferior parético, cuando este pudo realizarla en bipedestación sin apoyo, con los pies juntos y los ojos cerrados, se incrementó la dificultad pidiéndole que con el pie no parético moviera una pelotita en todas direcciones hasta que perdiera el equilibrio o se fatigara (adaptada de Duncan y cols., 2003; Rose, 2005). Esta actividad se repitió cinco veces y se progresó en dificultad pidiendo al participante que la realizara con los ojos cerrados (Figura 56).

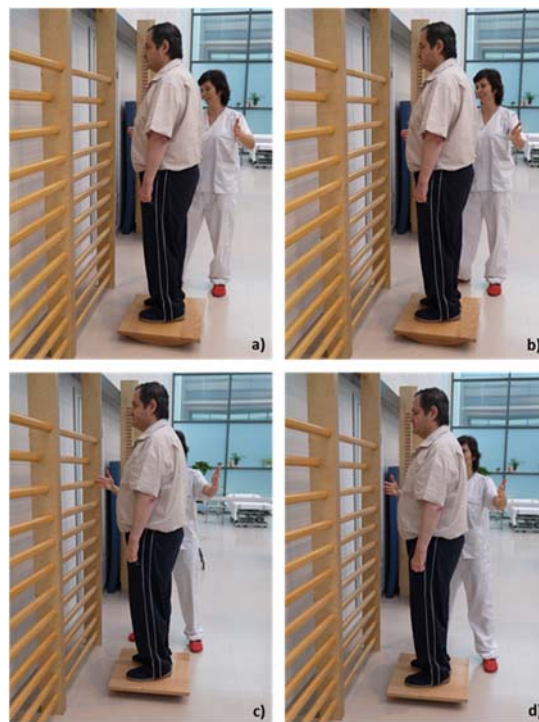


**Figura 55.** Entrenamiento de disociación de movimientos de cabeza respecto al tronco con pies juntos y ojos cerrados en un sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo: a) rotación hacia la derecha; b) parada en la posición neutra; c) rotación hacia la izquierda; d) parada en la posición neutra; e) movimiento hacia abajo y f) vuelta a la posición neutra.



**Figura 56.** Entrenamiento del equilibrio y traslación del peso corporal hacia el hemicuerpo parético de un sujeto con hemiparesia izquierda. La actividad se realiza en bipedestación sin apoyo y se progresa en dificultad pidiendo al sujeto que cierre los ojos.

- Por último, se realizó el entrenamiento del equilibrio en tabla inestable (adaptado de Davies, 2002; Pang & Eng, 2008). Para este ejercicio se empleó una tabla de Bohler (50 x 50 x 9 cm). El sujeto se mantuvo sobre la tabla colocada en su eje mediolateral (favoreciendo la flexo-extensión de tobillo) en bipedestación sin apoyo con la intención de mantener la tabla estable evitando su movimiento durante cinco minutos, los dos últimos realizó el ejercicio con los ojos cerrados. A continuación, se cambió la dirección de la tabla situándola sobre su eje anteroposterior (que favorece los movimientos de inversión y eversión de tobillo), el sujeto permaneció sobre la tabla procurando evitar su movimiento en bipedestación sin apoyo durante cinco minutos, los dos últimos con los ojos cerrados (Figura 57).



**Figura 57.** Entrenamiento del equilibrio en tabla inestable de un sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo: a) tabla en el eje mediolateral, individuo con los ojos abiertos; b) tabla en el eje mediolateral, sujeto con los ojos cerrados; c) tabla en el eje anteroposterior, ojos abiertos; y d) tabla en el eje anteroposterior, ojos cerrados.

#### **2.4.4. Técnicas empleadas para la recuperación funcional del miembro superior parético**

Aunque el objetivo del protocolo fisioterápico a estudio no fue la recuperación funcional de la extremidad superior, todos los participantes, independientemente del grupo de tratamiento, realizaron técnicas fisioterápicas con el fin de mejorar la fuerza, coordinación, rango articular y función del miembro superior parético.

A continuación, se describen algunas técnicas empleadas para conseguir la activación voluntaria de músculos funcionales clave:

- Reeducación del movimiento de flexo-extensión de codo junto con coaptación de la articulación glenohumeral con el participante en decúbito supino (adaptado de Carr & Shepherd, 2004; Davies, 2002; Shumway-Cook & Woollacott, 2012). Al inicio de la rehabilitación el movimiento fue asistido por la fisioterapeuta, posteriormente se realizó bimanualmente mediante el empleo de una pelota que el sujeto aproximó y separó de su cabeza buscando conseguir la actividad coordinada adecuada del miembro superior parético (Figura 58).
- Facilitación del movimiento de extensión de muñeca con el miembro superior parético apoyado sobre una superficie para suprimir la fuerza de la gravedad (adaptado de Carr & Shepherd, 2004; Davies, 2002; Pandyan y cols., 2003). Como se observa en la Figura 59, con el miembro superior parético alineado correctamente, el sujeto debió desplazar una pelota de gomaespuma mediante la extensión de su muñeca.





**Figura 58.** Entrenamiento del movimiento de flexo-extensión de codo en un sujeto con afectación del hemicuerpo izquierdo: a) y b) asistido por la fisioterapeuta; c) y d) mediante movimiento bimanual.



**Figura 59.** Técnica de facilitación para la activación de la musculatura extensora de la muñeca parética.

- Facilitación del movimiento de pronosupinación de antebrazo en el miembro superior parético (adaptado de Carr & Shepherd, 2004). Mediante el empleo de una pelota, el sujeto pudo autoasistir con la extremidad superior no parética el movimiento requerido (Figura 60).



**Figura 60.** Facilitación del movimiento de pronosupinación de antebrazo en una participante con afectación del hemisferio derecho.

Seguidamente se detallan algunas técnicas empleadas para aumentar la amplitud articular:

- Se realizaron estiramientos pasivos de la musculatura con tendencia al acortamiento (Carr & Shepherd, 2004; Duncan y cols., 2003), como el del músculo pectoral mayor (Carr & Shepherd, 2004; Gillen & Nilsen, 2016) ya detallado en los protocolos de recuperación de la marcha (Figura 23) o el de la musculatura flexora de dedos (Carr & Shepherd, 2004; Champion, Barber & Lynch-Ellerington, 2009; Davies, 2002; Paeth, 2006) (Figura 61). Este estiramiento se realizó cinco veces y se mantuvo durante veinte segundos (Carr & Shepherd, 2004).



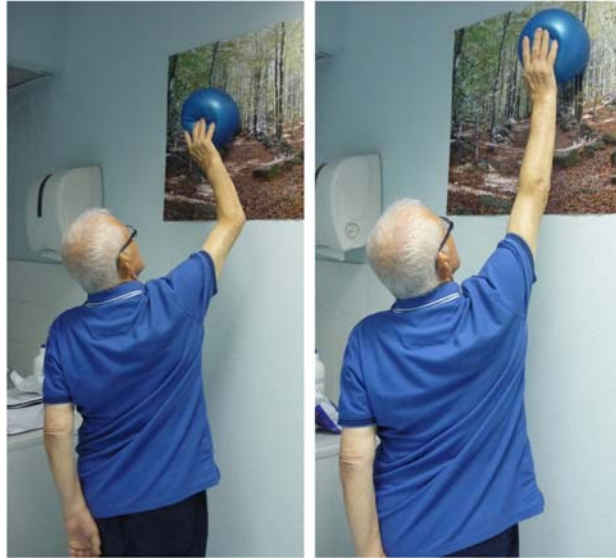
**Figura 61.** La fisioterapeuta asiste el estiramiento de la musculatura flexora de dedos de la mano parética.

- En aquellos sujetos que presentaron cierta actividad en su mano parética se empleó la escalera digital (Igal Camacho, Muñoz Díaz & Aramburu de Vega, 1996) para aumentar el recorrido articular de flexión y abducción del hombro (Figura 62).



**Figura 62.** Trabajo de aumento del rango articular en la escalera digital de dos participantes con afectación del hemisferio derecho: a) y b) movimiento de flexión del hombro parético; y c) movimiento de abducción del hombro parético.

- La actividad anterior se intercaló con la de desplazamiento de una pelota por la pared buscando la máxima amplitud posible (Davies, 2002; Paeth, 2006), con el sujeto en bipedestación de frente a la pared (Figura 63).



**Figura 63.** Sujeto con hemiparesia derecha arrastra una pelota por la pared para aumentar la amplitud articular de flexión del hombro parético y mejorar la coordinación.

Asimismo, se emplearon técnicas para aumentar la fuerza en el miembro superior parético:

- Con banda elástica se trabajó la potenciación de la musculatura flexora, rotadora externa y abductora de hombro (Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Pang & Eng, 2008). Se realizaron tres series de diez repeticiones (Figura 64).
- También se trabajó la fuerza de los músculos serratos anteriores en cadena cinética cerrada cargando parte del peso del cuerpo en la extremidad superior parética (adaptado de Champion, Barber & Lynch-Ellerington, 2009; Gillen & Nilsen, 2016; Pang & Eng, 2008). Para ello se realizaron flexiones en bipedestación con el sujeto apoyado contra la pared o en las

barras de la escalera terapéutica (cuando el apoyo de las manos en la pared no fue posible). Se realizaron tres series de diez repeticiones (Figura 65).



**Figura 64.** Entrenamiento de la fuerza con banda elástica en una participante con hemiparesia derecha: a) músculos rotadores externos de hombro; b) músculos flexores de hombro.



**Figura 65.** Entrenamiento de la fuerza de serrato anterior: a) sujeto con hemiparesia derecha entrena en la pared, los codos próximos al cuerpo inducen la activación del tríceps braquial; b) individuo con afectación del hemicuerpo izquierdo entrena en las barras de la escalera ya que esta facilita el apoyo de ambas extremidades superiores proporcionando mayor seguridad.

Por último, se emplearon diversas técnicas para mejorar la coordinación del miembro superior parético y optimizar su función:

- Como se muestra en la Figura 66, cuando el sujeto tuvo posibilidad se le pidió que trabajara la pinza interdigital oponiendo el pulgar al resto de dedos (adaptado de Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2004).



**Figura 66.** Entrenamiento del movimiento de oposición del pulgar con el resto de dedos para mejorar la manipulación con la mano parética.

- Entrenamiento del lanzamiento y recepción de una pelota (Ada, Dean & Mackey, 2006) de distintos tamaños bien contra la pared o bien entre compañeros (Figura 67).



**Figura 67.** Entrenamiento del lanzamiento y recepción de una pelota para optimizar la función de la extremidad superior parética en dos sujetos con afectación del hemisferio derecho: a) la fisioterapeuta facilita la actividad; b) los participantes, permaneciendo en sedestación, son capaces de realizarla sin ayuda.

## **2.5. Análisis de datos**

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el programa informático SPSS versión 22 con licencia de la Universitat de València y con la aplicación informática libre “R” (R Development Core Team, 2011).

En primer lugar, se describieron todas las variables del estudio y se comprobó el ajuste a la distribución normal para las variables cuantitativas mediante el Test de Shapiro-Wilk.

A continuación, se analizaron las diferencias en las características basales principales de la muestra en función del grupo de tratamiento. Para ello, se utilizó la prueba t para la comparación de dos muestras independientes en variables cuantitativas con ajuste a una distribución normal, la prueba U-Mann Whitney para la comparación de dos muestras independientes en variables cuantitativas sin ajuste a una distribución normal, y las pruebas Exacto de Fisher o  $\chi^2$  de Wald para la comparación de dos muestras independientes en variables cualitativas nominales y ordinales, respectivamente.

Posteriormente, se realizó el análisis estadístico inferencial para conocer tras la intervención la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre grupos en las variables estudiadas. En este sentido, cabe indicar que el análisis intergrupo en las variables ordinales (MAS, MMT, FAC, FACHS) se llevó a cabo mediante regresión logística multinomial proporcionando resultados en los efectos principales del factor grupo, tiempo y de la interacción de los factores grupo y tiempo.

Por otro lado, el método estadístico empleado para calcular las diferencias intergrupo en las variables cuantitativas BBS, BI y TUG fue un modelo factorial mixto o split-plot, con un factor intra-sujetos (tiempo) en el que se diferenciaron cuatro niveles y un factor entre-sujetos (grupo) en el que se diferenciaron dos

niveles (grupo intervención y grupo control). Respecto al factor tiempo, cabe indicar que en el caso de las variables BBS y BI se seleccionaron los momentos temporales F1 (estabilidad hemodinámica), F3 (inicio de la fisioterapia en el gimnasio), F5 (tres meses tras ictus) y F8 (seis meses tras ictus) por ser los periodos habituales empleados en la mayoría de ensayos clínicos controlados aleatorizados (Teasell y cols., 2014). Mientras que en la prueba TUG se consideraron los momentos temporales de F5 a F8, ambos inclusive, ya que previamente a los tres meses tras ictus (F5) solo catorce sujetos (70%) pudieron realizar la prueba en F4 y únicamente un sujeto del grupo control fue capaz de realizarla en las fases anteriores. La normalidad de las variables se estudió mediante el Test de Shapiro-Wilk y aunque se observó que algunas variables no cumplían el supuesto de normalidad, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) ya que es robusto ante su incumplimiento (Sánchez Zuriaga, 2010). Asimismo, se comprobó la igualdad de las matrices de covarianzas mediante la prueba de Box ( $p>0,001$ ) y la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene ( $p>0,05$ ). Para ver las diferencias entre cada par de medidas, se utilizó Bonferroni como prueba post hoc.

Para el análisis intergrupo, en las variables cuantitativas en las que no se pudo calcular la prueba de igualdad de las matrices de covarianzas de Box, como fue el caso de la velocidad de marcha, el tiempo de apoyo, la diferencia en el tiempo de apoyo y el índice de simetría, se recurrió a la prueba t para la comparación de dos muestras independientes o la Prueba U-Mann Whitney, según fue apropiado.

Cabe indicar que la variable diferencia en el tiempo de apoyo se calculó sustrayendo al tiempo de apoyo del miembro inferior no parético el tiempo de apoyo del parético. Asimismo, la variable índice de simetría se determinó según



la siguiente fórmula:  $IS = \frac{|X_d - X_i|}{0,5 \cdot (X_d + X_i)} \cdot 100$ , donde  $X_d$  y  $X_i$  corresponden a los valores de tiempo de apoyo en el miembro inferior derecho e izquierdo respectivamente. Valores de IS igual a 0 indican total simetría (Błażkiewicz, Wiszomirska & Wit, 2014).

Asimismo, para el análisis intragrupo de las variables velocidad de marcha, tiempo de apoyo, diferencia en el tiempo de apoyo e índice de simetría se escogieron los momentos temporales inicial y final de la evaluación de dichas variables (F4 y F8) y se empleó la Prueba t para muestras relacionadas o la Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, dependiendo si las variables se ajustaron o no a una distribución normal. Además, para determinar la interacción de los factores grupo y tiempo, en las variables velocidad de marcha e índice de simetría se realizó un análisis mediante modelo lineal generalizado. El modelo incluyó como factores el grupo y la fase de evaluación y como salida la variable estudiada. El modelo se ajustó a la función de distribución Gamma y la función de enlace fue la inversa.

En el análisis estadístico tradicional se aceptaron como significativas aquellas diferencias cuya probabilidad de ser debidas al azar fueron inferiores al 5% ( $p < 0,05$ ).

Por otro lado, debido a la gran variabilidad existente en la evolución de cada sujeto y al no poder aplicar siempre el análisis paramétrico para establecer diferencias entre grupos a lo largo de la intervención (F1-F8), se efectuó análisis de datos funcionales (ADF) para poder determinar la dinámica de recuperación de los sujetos tras ictus teniendo en cuenta su tratamiento fisioterápico. Así el ADF se llevó a cabo en las distintas escalas funcionales (BI, BBS, TUG, FAC, FACHS, MMT, MAS, IMI) y en las variables obtenidas en la valoración biomecánica (posturografía y patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha humana).

Como se explica a continuación, la metodología empleada en esta tesis para la realización del ADF se basa en la propuesta por Ramsay y Silverman (2006). Sin embargo, la propuesta por estos autores implica, en primer lugar, determinar las funciones asociadas a las medidas de cada paciente, lo cual es poco apropiado para situaciones en las que faltan sesiones de evaluación de algunos sujetos al inicio o al final del registro, dado que requiere extrapolar los datos. En esta tesis se emplea una aproximación metodológica distinta que aporta una solución alternativa a este problema. A continuación, se detalla el procedimiento seguido:

Los Componentes Principales Funcionales (CPF) son las funciones que permiten un ajuste a los datos de acuerdo con la expresión:

$$y(t) = \mu(t) + \sum_{i=1}^N c_i \cdot \xi_i(t) + \epsilon(t) \quad (1)$$

Por tanto, cualquier dato funcional,  $y(t)$ , se puede expresar mediante la función promedio,  $\mu(t)$ , más la suma de una serie de coeficientes,  $c_i$ , que multiplican a un conjunto de funciones:  $\xi_i(t)$ , más el error,  $\epsilon(t)$ . Estas últimas se denominan CPFs y están seleccionados de modo que sean capaces de explicar la máxima varianza posible.

Las condiciones que deben cumplir estas funciones son las siguientes (Ramsay y Silverman, 2006):

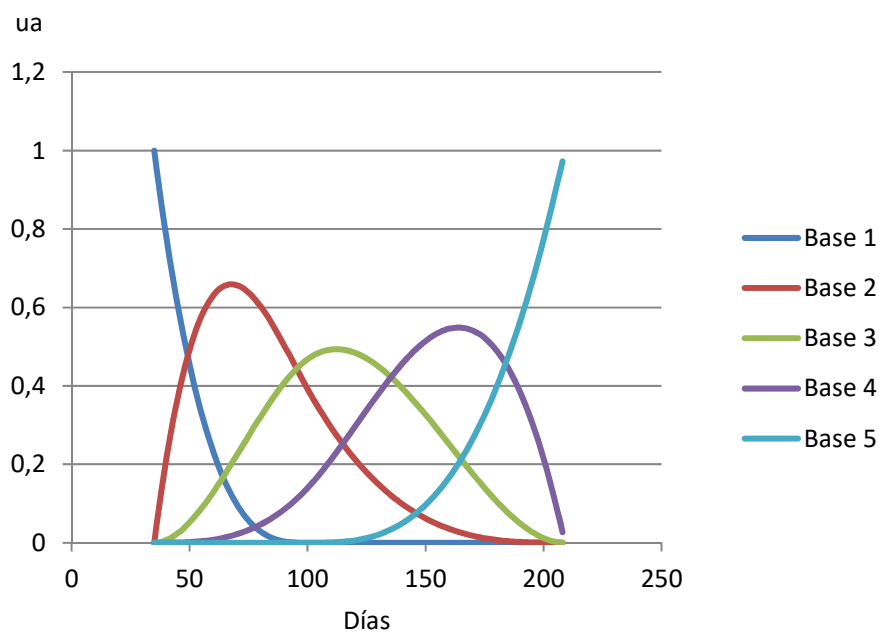
1. Condición de normalización. Los CPFs están normalizados en su amplitud. Los autores expresan esta restricción de normalidad del siguiente modo:

$$\int_a^b \xi_i(t)^2 \cdot dt = 1 \quad (2)$$

2. Condición de ortogonalidad. Los CPFs deben ser ortogonales entre sí. Es decir:

$$\int_a^b [\xi_i(t) \cdot \xi_j(t)] \cdot dt = 0, \forall i \neq j \quad (3)$$

En la metodología propuesta por Ramsay y Silverman (2006), tal como se ha explicado con anterioridad, el ajuste de la función asociada a cada participante se obtiene con la misma base de funciones que para el resto de participantes, por ejemplo con la base de funciones de splines cúbicas que se muestra en la Figura 68. En este caso el problema de cálculo de los CPFs puede ser resuelto mediante álgebra de matrices.



**Figura 68.** Base de funciones spline empleadas para determinar el proceso de recuperación del equilibrio (posturografía).

Sin embargo, en esta tesis se calcularon los CPFs sin necesidad de ajustar previamente las medidas de cada uno de los pacientes a una función, asumiendo como hipótesis que la evolución de cada una de las variables analizadas se comporta como una función continua, es decir, que las medidas obtenidas en periodos de tiempo cercanos (por ejemplo en días consecutivos) serán muy parecidas entre ellas. En este caso, el cálculo de los CPFs se realiza mediante optimización, utilizando la Programación Secuencial de Mínimos Cuadrados (PSMC) (Knoll & Keyes, 2004; Belda-Lois & Sánchez-Sánchez, 2015). El parámetro

a optimizar es la minimización de la varianza residual tras el ajuste, lo que es equivalente a obtener los CPFs que mejor explican la varianza de la muestra, objetivo final del análisis de CPFs.

De manera detallada, la evolución de las variables obtenidas mediante posturografía a lo largo del proceso de recuperación se consideró como datos funcionales, es decir, una función dependiente del tiempo,  $y(t)$ , y la medida tomada en una sesión como una muestra de la función. Así, cuando se registraron los datos procedentes de todos los pacientes, los CPFs se extrajeron de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- 1) Todos los datos funcionales fueron descritos como splines cúbicos con vértices en los días 5, 55 y 208 (cinco días tras el inicio de la fisioterapia en el gimnasio fue el número mínimo de días después del ictus que un paciente necesitó para lograr realizar las pruebas de posturografía, y la última evaluación en la cohorte tras el ictus se realizó a los 208 días).
- 2) La curva media,  $\mu(t)$  en (1), se extrajo con todo el conjunto de medidas por ajuste a mínimos cuadrados a la spline de base.
- 3) Cada CPF se obtuvo por PSMC utilizando la implementación python de la librería original de Kraft (1985).
- 4) La función de minimización por PSMC fue la varianza de los residuos, con el fin de obtener las funciones que maximizan la varianza explicada.
- 5) Las condiciones para obtener las curvas fueron las mismas que las descritas por Ramsay y Silverman (2006) (normalización y ortogonalidad, explicadas previamente).
- 6) Tras la extracción de los CPFs, se obtuvieron los coeficientes de ajuste (scores) correspondientes a cada CPF de cada sujeto. Al ser variables

numéricas, estos coeficientes de ajuste se trataron mediante el análisis estadístico tradicional. De este modo, se llevó a cabo el estudio de las diferencias entre grupos en los coeficientes de ajuste obtenidos gracias al ADF para cada variable, mediante ANOVA univariante con los factores grupo y hemicuerpo afectado, en el caso de variables con ajuste a una distribución normal previa comprobación del supuesto de homogeneidad de varianzas con la Prueba de Levene, o mediante la Prueba U-Mann Whitney en variables sin ajuste a una distribución normal.

- 7) En aquellos coeficientes de ajuste donde se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), se calcularon las medias marginales de los coeficientes de ajuste por el factor correspondiente en las variables analizadas mediante ANOVA o las medias entre grupos en las variables analizadas mediante la Prueba U-Mann Whitney.
- 8) Por último, las curvas de evolución se reconstruyeron a partir de dichas medias. Estas curvas se conocen como curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los scores (Marginal Mean Curves) y permitieron realizar la interpretación de las diferencias estadísticamente significativas encontradas.

Para el análisis de las fuerzas de reacción obtenidas en las pruebas de marcha se empleó el ADF porque resulta muy adecuado para el análisis de curvas de fuerzas en personas con secuelas de ictus ya que permite abordar el problema de la gran variabilidad de la morfología de las mismas (Belda-Lois y cols., 2013; Vivas Broseta, 2014). A continuación, se explica la metodología empleada. En primer lugar, se procedió a la extracción de las variables para el estudio, para ello, como resultado de la valoración y para cada pisada, se obtuvo la fuerza de reacción del suelo normalizada por el peso de la persona valorada (forma de normalizar

comúnmente aceptada) en sus tres componentes, correspondientes a las tres direcciones del espacio:  $F_z$ , componente vertical;  $F_x$ , componente anteroposterior; y  $F_y$ , componente mediolateral. Los registros fueron revisados uno a uno con el objetivo de detectar errores o registros con apoyo simultáneo de ambos pies sobre la plataforma, que fueron eliminados del estudio.

Para revisar los registros se utilizó una aplicación informática programada en Matlab v7.1 que permitió visualizarlos y, además, recortar el tramo a analizar en los casos en los que se hubo registrado más de una pisada del mismo pie (Vivas Broseta, 2014).

Posteriormente, se partió de los valores brutos de las curvas en sus tres componentes, normalizadas por el peso y se realizó la normalización lineal del tiempo en las curvas. Es decir, se asignaron valores de tiempo desde cero hasta doscientos, correspondiendo el cero al primer contacto del pie sobre la plataforma y doscientos al último contacto. Esos valores se seleccionan utilizando un umbral del 5% de la máxima fuerza vertical (Durá y cols., 2010). Este proceso se realizó para poder comparar las diferentes curvas ya que permitió aislar de las mismas el efecto de la duración de la pisada.

Para el ADF se siguió la metodología descrita por Ramsay y Silverman (2006) ya que no existieron datos faltantes (cuando se consiguió la pisada del sujeto se obtuvieron todas las observaciones necesarias para el análisis). Como se explicó anteriormente, este procedimiento permite representar cualquier función como una combinación lineal de un conjunto de curvas extraídas estadísticamente de la muestra, según la ecuación (1), donde  $\mu(t)$  es la curva media,  $\xi_i(t)$  los CPFs,  $\epsilon(t)$  el error y  $c_i$  los coeficientes de ajuste a cada CPF.

Por ello, cada una de las curvas de la muestra se ajustó a los CPFs extraídos del análisis cinético de marcha de treinta sujetos con hemiparesia tras ictus (las

características de la muestra y detalles del ADF empleado se pueden consultar en Vivas Broseta, 2014), obteniéndose así sus coeficientes de ajuste o scores. Por tanto, una vez aplicado el ADF, cada una de las curvas de fuerza del estudio (tanto las curvas de fuerza verticales, como anteroposteriores y mediolaterales) pudo ser explicada mediante una curva media, una serie de CPFs y los correspondientes coeficientes de ajuste de cada CPF, que al ser variables numéricas pudieron ser tratadas mediante estadística convencional.

Así, para el análisis estadístico de estos coeficientes de ajuste se empleó el ANOVA univariante con los factores grupo y tiempo, considerando la velocidad de marcha como covariable, previa comprobación del supuesto de homogeneidad de varianzas con la Prueba de Levene.

Finalmente, en aquellos coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) se reconstruyeron las curvas de evolución a partir de las medias marginales, lo que permitió la interpretación de los resultados obtenidos.

Por otro lado, para determinar la fiabilidad interevaluador se calculó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) siguiendo la fórmula  $CCI(1,1) = \frac{\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_e^2}$ , donde  $\sigma_s^2$  indica la varianza de residuos y  $\sigma_e^2$  se corresponde con la varianza asociada a los evaluadores (Weir, 2005). Cabe recordar que los valores del CCI pueden oscilar entre 0 y 1, donde 0 indica ausencia de concordancia y 1 concordancia o fiabilidad absoluta de los resultados obtenidos.

En todos los casos se consideraron significativos los resultados cuyo valor de  $p < 0,05$ . Se empleó el coeficiente de correlación producto-momento  $r$  para el cálculo del tamaño del efecto (Rosnow & Rosenthal, 1993). Interpretándose como tamaño del efecto pequeño ( $r = 0,10$ ), medio ( $r = 0,30$ ) y grande ( $r = 0,50$ ) (Cohen, 1988; Cohen, 1992).

Las gráficas presentadas en el apartado de Resultados y Anexos se obtuvieron a partir de las aplicaciones informáticas “Microsoft Excel 2010” con licencia de la Universitat de València e Inkscape v0.48.





# RESULTADOS

---



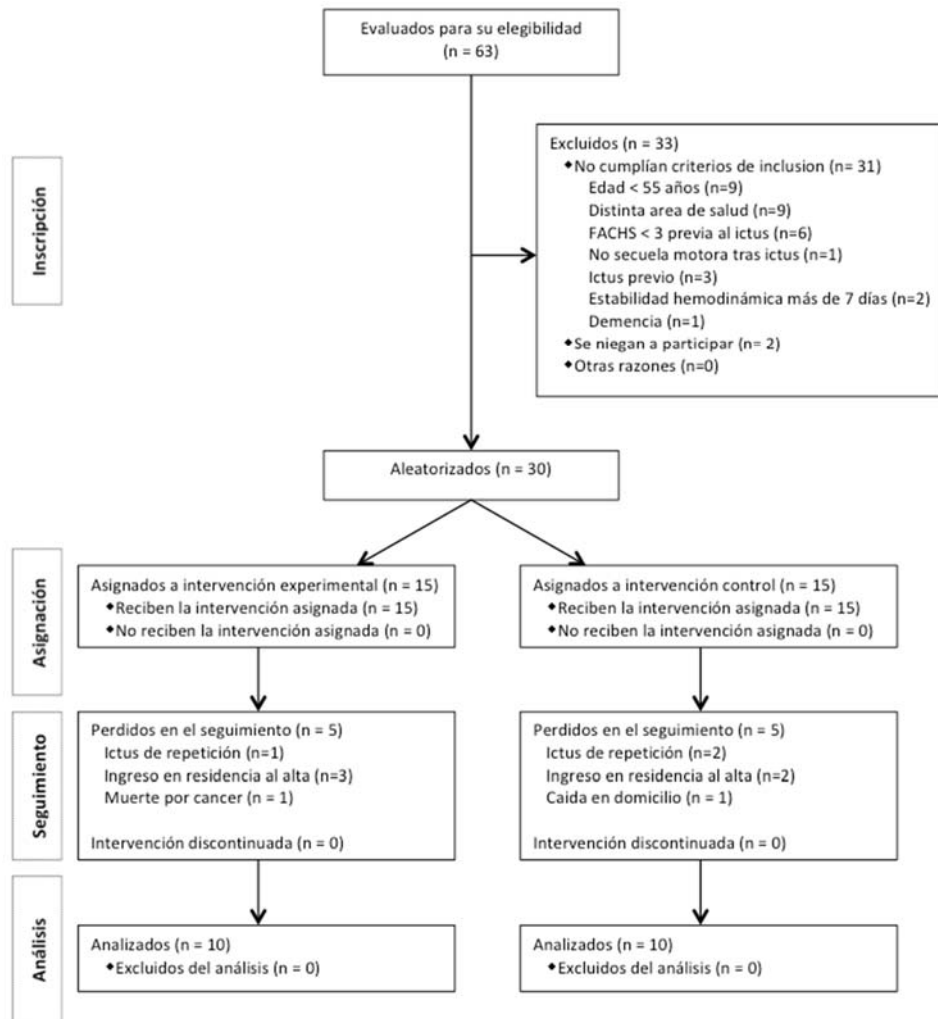
### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Análisis descriptivo: características basales**

Durante el periodo de reclutamiento de la muestra, 63 personas padecieron un ictus y fueron ingresadas en el Servicio de Rehabilitación del antiguo HUIP La Fe de Valencia (Figura 69), sin embargo, de ellas solo 30 cumplieron los criterios de inclusión y fueron aleatorizadas. Asimismo, por diversas circunstancias detalladas en la Figura 69, solo un total de 20 participantes concluyeron el estudio, constituyendo la muestra analizada para determinar los resultados de esta tesis.

De este modo, la muestra estudiada se compuso por 12 hombres y 8 mujeres, todos ellos en un rango de edad entre 55 y 88 años ( $73,20 \pm 8,77$ ). Las características antropométricas, el tipo de ictus, el estado funcional basal de los sujetos en el momento de estabilidad hemodinámica (F1) y el número de sesiones recibidas se muestran en la Tabla 15. Como se observa, no existieron diferencias estadísticamente significativas en las características basales de ambos grupos. En el Anexo 23 se exponen las pruebas estadísticas empleadas así como una comparación más detallada del resultado de todas las escalas utilizadas desde F1 a F3.

Cabe indicar que los valores de la escala MAS mostrados en la Tabla 15 corresponden a la Fase 2 ya que esta escala no se evaluó en la fase previa, además, se describen los resultados de la escala MAS del músculo cuádriceps y del tríceps sural, pero no los del músculo psoas ya que ninguno de los individuos de la muestra presentó hipertensión en este músculo en las fases iniciales.



**Figura 69.** Diagrama CONSORT (Schulz y cols., 2010) que muestra el flujo de los participantes a través de cada estadio del estudio.

Por otro lado, en el momento del comienzo de la fisioterapia en el gimnasio (F3), la prueba TUG solo se pudo realizar por un sujeto del grupo control (26 segundos), ninguno de los sujetos participantes del estudio fue capaz de realizar dicha prueba en fases anteriores. Asimismo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo intervención (Mdn=18,47) y el grupo control (Mdn=19,13) en la prueba TUG en F4 ( $U=19,000$ ;  $p=0,518$ ;  $r=-0,17$ ).

Del mismo modo, no se distinguieron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo intervención (Mdn=18,82) y el grupo control (Mdn=13,04) en la prueba TUG en F5 ( $U=19,500$ ;  $p=0,068$ ;  $r=-0,43$ ).

Respecto a la evaluación del dolor mediante la EVA solo dos sujetos del grupo control presentaron dolor en las fases iniciales F2 y F3, uno en la rodilla y el otro en el miembro superior, sin embargo, dicho dolor se redujo a lo largo de las evaluaciones. Ningún sujeto refirió dolor relacionado con el tratamiento.

Por otro lado, al realizar la prueba de marcha para evaluar el patrón cinético durante la fase de apoyo, se obtuvo información acerca del tiempo de apoyo y la velocidad de marcha. La Tabla 16 muestra los resultados del análisis descriptivo e inferencial intergrupo de dichos parámetros en F4, ya que la prueba de marcha no pudo realizarse en fases previas por ningún sujeto. Se observa que en esta fase no hubieron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de apoyo del miembro inferior parético entre el grupo intervención ( $M=0,64$ ;  $DE=0,42$ ) y el grupo control ( $M=0,77$ ;  $DE=0,39$ ;  $t(10)=0,579$ ;  $p=0,575$ ;  $r=0,18$ ). Del mismo modo, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de apoyo del miembro inferior no parético entre el grupo intervención (Mdn=0,54) y el grupo control (Mdn=0,63;  $U=13,000$ ;  $p=0,423$ ;  $r=-0,23$ ). Asimismo, la velocidad de marcha en F4 entre el grupo intervención ( $M=0,81$ ;  $DE=0,36$ ) y el grupo control ( $M=0,64$ ;  $DE=0,29$ ) no mostró diferencias estadísticamente significativas ( $t(9)= -0,832$ ;  $p=0,427$ ;  $r=0,27$ ).

## Resultados

**Tabla 15.** Características antropométricas, del ictus, estado funcional basal y número de sesiones de fisioterapia de toda la muestra y de ambos grupos de tratamiento.

	Muestra analizada (n=20)			Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p	Prueba
<b>Datos antropométricos</b>											
Sexo (h), n (%)	12 (60)			6 (60)			6 (60)			1,000	Exacto de Fisher
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75		
Edad (años)	67	75	80	64	75	79	68	77	81	0,401	t muestras indep.
Peso (kg)	64,9	71,3	74,1	66,3	72,0	76,9	64,1	70,0	74,0	0,496	U Mann-Whitney
Altura (cm)	151,3	158,0	163,8	153,3	158,0	166,5	148,8	158,0	162,5	0,533	t muestras indep.
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	26,9	28,8	29,9	27,5	29,2	30,1	25,1	28,3	29,6	0,556	t muestras indep.
<b>Características del ictus</b>											
Isquémico, n (%)	17 (85)			10 (100)			7(70)			0,210	Exacto de Fisher
HC der, n (%)	10 (50)			5 (50)			5 (50)			1,000	Exacto de Fisher
Tiempo de ingreso (días)	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	0,963	t muestras independientes
	40	47	62	40	47	63	40	46	64		
<b>Estado funcional basal (F1)</b>											
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75		
BI	n=18			n=9			n=9			0,170	U Mann-Whitney
	5	5	25	5	15	25	3	5	15		
BBS	3	3	5	3	3	3	3	4	7	0,301	U Mann-Whitney
CNS	n=14			n=7			n=7			0,844	U Mann-Whitney
	6	8	8	6	8	8	7	8	9		
TCT	n=19			n=9			n=10			0,260	t muestras independientes
	36	49	61	43	49	61	24	43	61		
CapHS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,310	$\chi^2$ de Wald
SedHS	3	4	4	3	4	4	3	4	4	0,647	$\chi^2$ de Wald
BipHS	0	1	2	1	1	2	0	1	2	0,773	$\chi^2$ de Wald
FACHS	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0,185	$\chi^2$ de Wald
FAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000	$\chi^2$ de Wald
MMT_TA	n=18			n=10			n=8			0,098	$\chi^2$ de Wald
	1	2	4	1	2	4	0	1	3		
MMT_CDC	n=18			n=10			n=8			0,924	$\chi^2$ de Wald
	3	3	4	3	3	4	2	4	4		
MMT_PS	n=18			n=10			n=8			1,000	$\chi^2$ de Wald
	2	3	4	2	3	4	2	4	4		
MAS_TS (F2)	n=19			n=10			n=9			0,600	$\chi^2$ de Wald
	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MAS_CDC (F2)	n=19			n=10			n=9			0,999	$\chi^2$ de Wald
	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Sesiones de fisioterapia</b>											
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75		
Periodo ingreso	30	35	46	30	34	46	30	35	46	0,878	t muestras indep.
P. ambulatorio	0	41	53	14	46	53	0	25	55	0,466	U Mann-Whitney
Total	42	84	92	45	85	94	37	65	91	0,449	U Mann-Whitney

Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . IMC, Índice de masa corporal; HC der, hemicuerpo parético derecho; BI, Índice de Barthel; BBS, Escala de Berg; CNS, Escala Neurológica Canadiense; TCT, Test Control de Tronco; CapHS, Clasificación del cambio postural Hospital de Sagunto; SedHS, Escala de Sedestación Hospital de Sagunto; BipHS, Escala Bipedestación Hospital de Sagunto; FACHS, Clasificación Funcional de Marcha del Hospital de Sagunto; FAC, Clasificación Funcional de Marcha Hospital General de Massachusetts; MMT\_TA, MMT\_CDC y MMT\_PS, Test Muscular Manual tibial anterior, cuádriceps y psoas, respectivamente; MAS\_TS (F2) y MAS\_CDC (F2), Escala Modificada de Asworth de los músculos tríceps sural y cuádriceps en la fase 2.

Se consideró también de gran interés determinar si los sujetos presentaron diferencias en el tiempo de apoyo de ambos miembros inferiores. Así, la Tabla 17 detalla el análisis descriptivo y muestra que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de apoyo de la pisada con el miembro inferior parético (Mdn=0,55) y no parético (Mdn=0,54 U=18,000;  $p=1,000$ ;  $r=0$ ) en el grupo de intervención, ni en el tiempo de apoyo del miembro inferior parético ( $M=0,77$ ;  $DE=0,39$ ) y no parético ( $M=0,78$ ;  $DE=0,40$ ;  $t(10)=-0,035$ ;  $p=0,973$ ;  $r=0,01$ ) del grupo control.

**Tabla 16.** Resultados descriptivos del tiempo de apoyo y la velocidad de marcha durante la prueba de análisis de marcha realizada por los sujetos y comparativa entre grupos en F4.

Var.	Parámetros	Grupo intervención (n=6)			Grupo control (n=6)			p	Prueba
		P25	P50	P75	P25	P50	P75		
TA (s)	MI parético	0,3	0,6	0,9	0,5	0,6	1,2	0,579	t muestras independientes
	MI no parético	0,3	0,5	0,9	0,5	0,6	1,2	0,423	U Mann-Whitney
Vel (m/s)		0,5	0,9	1,1	0,3	0,8	0,9	0,427	t muestras independientes

Se consideró estadísticamente significativo  $p<0,05$ . Var., variables; TA, tiempo de apoyo; MI, miembro inferior; Vel, velocidad media de marcha.

**Tabla 17.** Resultados descriptivos y análisis comparativo del tiempo de apoyo de la pisada con ambos hemicuerpos durante la marcha en ambos grupos del estudio.

Var	Grupo	MI parético (n=6)			MI no parético (n=6)			p	Prueba
		P25	P50	P75	P25	P50	P75		
TA (s)	Interv.	0,3	0,6	0,9	0,3	0,5	0,9	1,000	U Mann-Whitney
	Control	0,5	0,6	1,2	0,5	0,6	1,2	0,973	t muestras independientes

Se consideró estadísticamente significativo  $p<0,05$ . Var., variables; TA, tiempo de apoyo; MI, miembro inferior; Interv., intervención.



Por último, como se explica en el apartado 2.5., se creyó relevante para facilitar la comprensión de estos resultados el cálculo de un par de variables a partir del tiempo de apoyo: diferencia en el tiempo de apoyo e índice de simetría (IS).

Respecto a la primera no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupo intervención (Mdn= -0,01) y control (Mdn= 0,003; U=12,000; p=0,337; r=-0,28) en F4. Asimismo, tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo intervención (Mdn= 6,98) y el grupo control (Mdn= 4,19; U= 7,000; p=0,078; r=-0,51) en la variable IS en F4.

### **3.2. Escalas funcionales.**

#### **3.2.1. Marcha, fuerza muscular y tono muscular.**

Con respecto a las escalas categóricas estudiadas (FAC, FACHS, MMT y MAS), en la Tabla 18 se muestran los principales resultados obtenidos tras el análisis estadístico tradicional. Como se puede observar, ninguna variable mostró una significación estadística en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo, ni tampoco del factor grupo. Sin embargo, cabe destacar que diferentes variables estudiadas revelaron una significación estadística en los efectos principales del factor tiempo ( $p < 0,001$ ). Por lo tanto, el tratamiento fisioterápico aplicado en ambos grupos produjo una mejora estadísticamente significativa de la marcha (valorada con las escalas FAC y FACHS). Asimismo, aumentó significativamente la fuerza muscular de los músculos psoas ilíaco, cuádriceps y tibial anterior, sin producir un aumento del tono de la extremidad inferior parética. En el Anexo 24 se pueden consultar en detalle los resultados de las pruebas realizadas.

**Tabla 18.** Resultados del análisis estadístico de las variables dependientes FAC, FACHS, MMT y MAS.

Variables	Grupo	Mediciones																					p grupo	p fases	p grupo*fase			
		F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7						F8		
		P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75				P25	P50	P75
<b>Marcha</b>																												
FAC	Int.	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	3	3	3	4	4	3	4	5	4	4	5	4	4	5	0,510	<0,001**	0,701
	Con.	0	0	0	0	1	1	0	1	3	3	3	4	3	3	4	3	4	5	3	4	4	3	4	5			
FACHS	Int.	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	4	4	3	4	5	3	4	4	0,234	<0,001**	0,424	
	Con.	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	2	2	3	3	3	4	3	4	4	3	4				5
<b>Fuerza Muscular</b>																												
MMT_PS	Int.	2	3	4	2	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	0,706	0,001**	0,511
	Con.	2	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	5	3	4	5	4	4	5	4	4	5			
MMT_CDC	Int.	3	3	4	3	4	4	3	4	5	4	5	5	3	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	0,207	<0,001**	0,976
	Con.	2	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5			
MMT_TA	Int.	1	2	4	2	3	4	2	3	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	0,920	<0,001**	0,842
	Con.	0	1	3	2	4	4	2	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5			
<b>Hipertonía</b>																												
MAS_PS	Int.				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000	1,000	1,000
	Con.				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
MAS_CDC	Int.				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,999	0,997	0,999
	Con.				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
MAS_TS	Int.				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,511	0,863	0,978
	Con.				0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0				

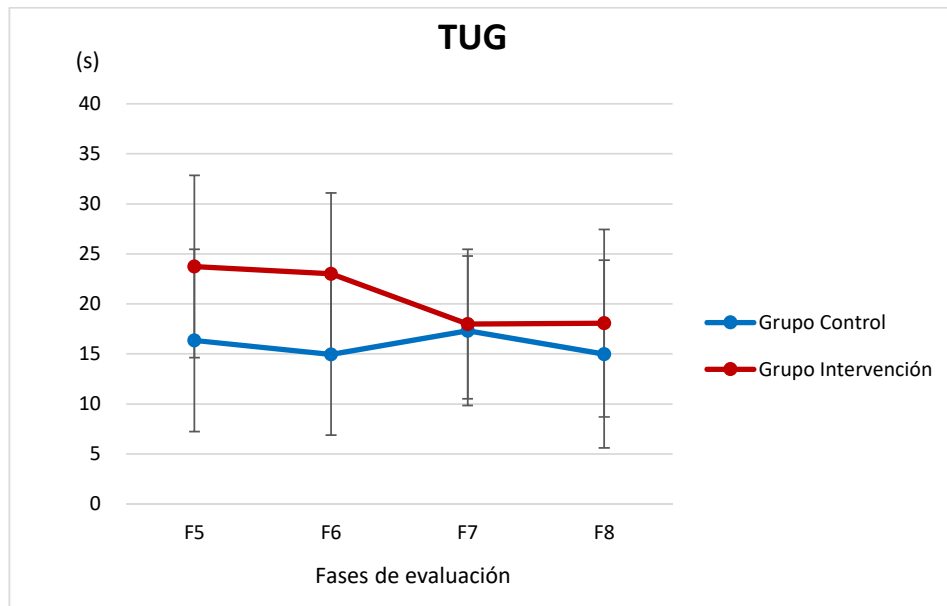
Análisis realizado mediante regresión logística multinomial. El grado de libertad (gl) fue 1 para todos los casos en los efectos principales del factor grupo y 7 para todos los casos en los efectos principales del factor fase y de la interacción de los factores grupo y tiempo, excepto en el MAS\_Psoas, MAS\_CDC y MAS\_TS (gl=6). Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . Int., intervención; Con., control; FACHS, puntuación de la Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto; FAC, Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts; Interv., intervención; MMT, puntuación del Test Muscular Manual; MAS, puntuación de la Escala Modificada de Asworth; PS, músculo psoas; CDC, cuádriceps; TA, tibial anterior; TS, tríceps sural.

### 3.2.2. Equilibrio, independencia y movilidad funcional.

En el análisis estadístico tradicional de las escalas numéricas (BBS, BI y TUG) se emplearon ANOVAs mixtos 2(grupo) x 4(momento temporal). Respecto a este último factor, cabe recordar que en el caso de las variables BBS y BI se seleccionaron los momentos temporales F1 (estabilidad hemodinámica), F3 (inicio de la fisioterapia en el gimnasio), F5 (tres meses tras ictus) y F8 (seis meses tras ictus) por ser los periodos habituales empleados en la mayoría de ensayos clínicos controlados aleatorizados (Teasell y cols., 2014). Mientras que en la prueba TUG se consideraron los momentos temporales de F5 a F8, ambos inclusive, ya que previamente a los tres meses tras ictus (F5) solo catorce sujetos (70%) pudieron realizar la prueba en F4 y únicamente un sujeto del grupo control fue capaz de realizarla en las fases anteriores. A continuación, se presentan los datos más relevantes y en el Anexo 25 se pueden consultar en detalle los resultados de las pruebas realizadas.

De las tres variables estudiadas en este apartado, solamente el test TUG mostró una significación estadística en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo ( $F(3)=4,703$ ;  $p=0,006$ ;  $r=0,32$ ). En las comparaciones por pares se observó que, a diferencia del grupo control, tras el tratamiento fisioterápico el grupo intervención experimentó un descenso estadísticamente significativo en el tiempo de ejecución del test TUG (Figura 70). Es decir, como se aprecia en la Tabla 19, únicamente el grupo intervención disminuyó significativamente los segundos empleados en realizar esta prueba a los seis meses tras ictus (F8) respecto a los valores iniciales a los tres meses del mismo (de  $23,73 \pm 4,25$  a  $18,08 \pm 4,36$ ;  $p=0,037$ ). Asimismo, solo en el grupo intervención se observó una reducción del tiempo de ejecución de la maniobra respecto a los valores obtenidos en la evaluación de los cuatro meses, a los 5

meses tras ictus (de  $23,02 \pm 3,77$  a  $18,00 \pm 3,49$ ;  $p=0,019$ ) y a los seis (de  $23,02 \pm 3,77$  a  $18,08 \pm 4,36$ ;  $p=0,045$ ).



**Figura 70.** La figura muestra la evolución de ambos grupos de tratamiento en la variable movilidad funcional a través de las medias marginales y las barras de error estimadas en el Test “Timed Up and Go” en las fases de evaluación comprendidas entre los tres y los seis meses tras ictus. TUG, Test “Timed Up and Go”.

**Tabla 19.** Resultados variable TUG (descriptivos y significación de las pruebas post-hoc).

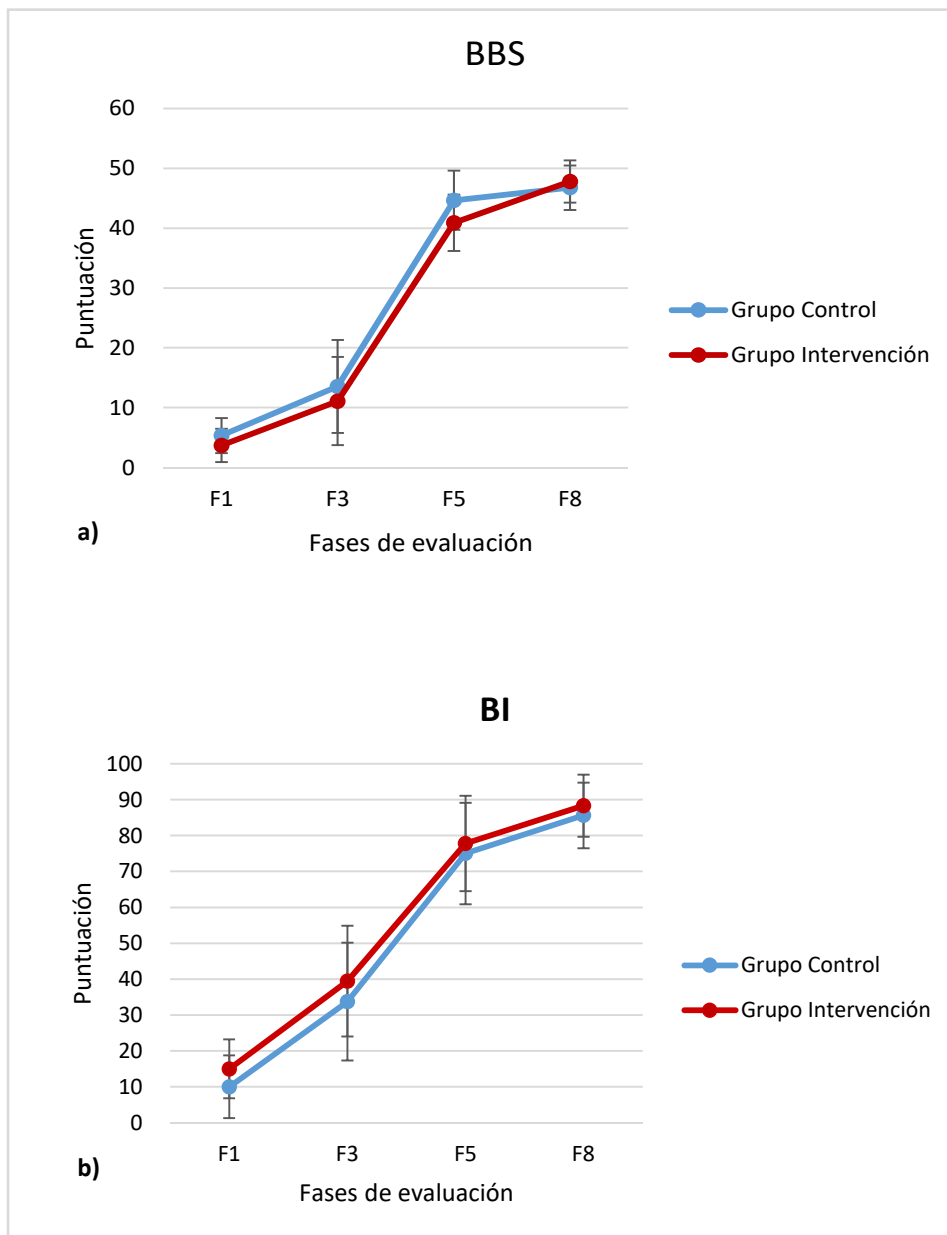
TUG	Grupo	Mediciones											
		F5			F6			F7			F8		
		P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75
	Interv.	14	19	26	14	20	26	11	13	19	11	12	16
	Control	12	13	22	13	14	20	12	15	22	10	13	16
		p											
		F5-F6		F6-F7		F7-F8		F5-F7		F6-F8		F5-F8	
	Interv.	1,000		0,019*		1,000		0,072		0,045*		0,037*	
	Control	1,000		0,711		0,808		1,000		1,000		1,000	

Análisis post-hoc realizado mediante la Prueba de Bonferroni. Se considera estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . TUG, Test “Timed Up and Go”; Interv., intervención.

Además, cabe indicar que la variable BBS estuvo cerca de la significación estadística en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo ( $F(3)=3,220$ ;  $p=0,053$ ;  $r=0,42$ ).

Las tres variables estudiadas en este apartado mostraron significación estadística en los efectos principales del factor tiempo. Así, tras el tratamiento fisioterápico, en ambos grupos, se produjo una mejoría estadísticamente significativa en el equilibrio evaluado con BBS ( $F(3)=294,684$ ;  $p<0,001$ ;  $r=0,98$ ) y en la independencia en las AVD estudiada con BI ( $F(3)=127,644$ ;  $p<0,001$ ;  $r=0,86$ ) (Figura 71). Los resultados de las pruebas post-hoc mostraron que del tercer al sexto mes tras ictus solo el grupo intervención mejoró significativamente su equilibrio y su independencia en las AVD (Tabla 20).

Respecto a la variable TUG, esta también refirió una significación estadística en los efectos principales del factor tiempo ( $F(3)=3,557$ ;  $p=0,022$ ;  $r=0,28$ ), por lo que ambos grupos de tratamiento redujeron el tiempo empleado en la ejecución del test TUG. Además, según los resultados de las pruebas a posteriori, únicamente el grupo intervención mostró una mejoría significativa en la movilidad física del cuarto al quinto mes tras ictus y del cuarto al sexto mes tras ictus, mientras que los sujetos del grupo control mantuvieron un tiempo medio similar en la ejecución del TUG entre el cuarto y el sexto mes tras ictus (Tabla 19).



**Figura 71.** En la figura se observa la mejoría de los grupos de tratamiento control e intervención de las variables (a) equilibrio y (b) independencia en las actividades de la vida diaria en las fases de evaluación F1 (estabilidad hemodinámica), F3 (inicio de la fisioterapia en el gimnasio), F5 (3 meses tras ictus) y F8 (6 meses tras ictus). Las gráficas se han elaborado a partir de las medias marginales estimadas y muestran sus barras de error. BBS, Escala del Equilibrio de Berg; BI, Índice de Barthel.

## Resultados

**Tabla 20.** Resultados de las variable BBS y BI (descriptivos y significación de las pruebas post-hoc).

Var.	Grupo	Mediciones																	
		F1			F3			F5			F8								
		P2	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75						
		5																	
BBS	Interv.	3	3	3	4	6	17	34	43	48	45	49	52						
	Control	3	4	7	6	9	19	41	45	49	45	47	51						
BI	Interv.	5	15	25	28	38	56	64	88	95	84	95	100						
	Control	3	5	15	21	33	58	65	75	88	75	85	93						
		p																	
		F1-F3			F3-F5			F5-F8			F1-F5			F3-F8			F1-F8		
BBS	Interv.	0,188			<0,001**			<0,001**			<0,001**			<0,001**			<0,001**		
	Control	0,145			<0,001**			0,510			<0,001**			<0,001**			<0,001**		
BI	Interv.	0,009*			0,001**			0,047*			<0,001**			<0,001**			<0,001**		
	Control	0,017*			0,001**			0,064			<0,001**			<0,001**			<0,001**		

Análisis post-hoc realizado mediante la Prueba de Bonferroni. Se considera estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . Var., variables; BBS, Escala del Equilibrio de Berg; BI, Índice de Barthel; Interv., intervención.

### 3.2.3. Análisis de datos funcionales de las escalas funcionales.

Los datos obtenidos mediante las escalas funcionales (FAC, FACHS, MMT, MAS, BBS, BI y TUG) en las distintas fases de evaluación de los sujetos también se analizaron estadísticamente con análisis de datos funcionales (ADF). Sin embargo, no se observaron resultados de relevancia clínica, por lo que estos se presentan en el Anexo 26.

### 3.3. Análisis de datos funcionales del Cuestionario de Motivación Intrínseca.

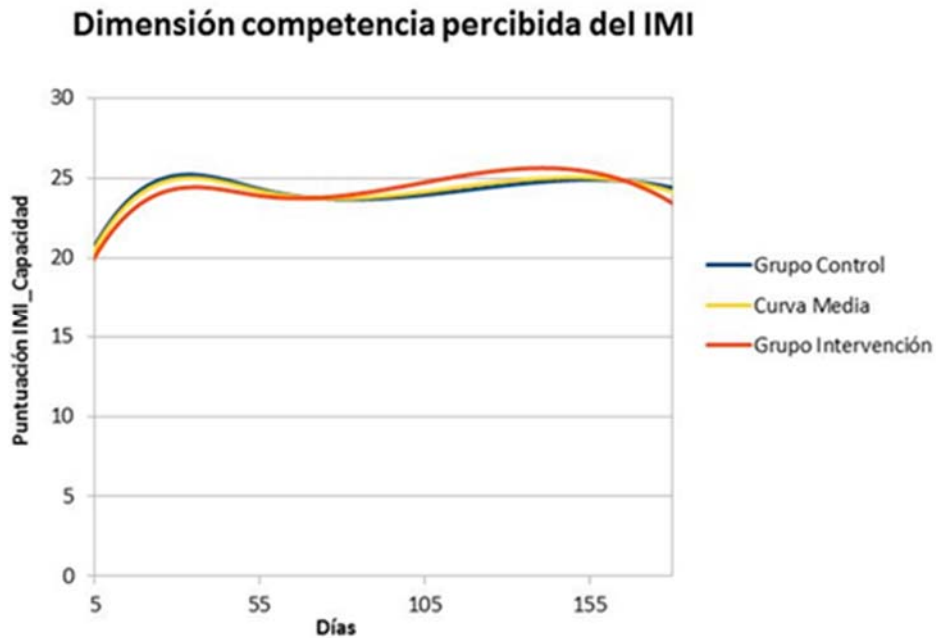
Antes de explicar los resultados obtenidos mediante la posturografía estática y las pruebas de marcha, se considera relevante indicar que el Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI) realizado a los sujetos tras finalizar dichas pruebas no presentó diferencias estadísticamente significativas entre grupos, es decir, las

diferencias entre grupos encontradas en la exploración biomecánica no fueron debidas a la mayor o menor motivación de los sujetos respecto a la realización de la prueba de evaluación, sino al tratamiento fisioterápico realizado.

Los datos se evaluaron mediante análisis de datos funcionales (ADF). Como se explica en el apartado 3.5 de esta tesis, tras el cálculo de los coeficientes de ajuste correspondientes a cada componente principal funcional (CPF) se analizaron mediante análisis estadístico tradicional las diferencias intergrupo debidas al tratamiento fisioterápico realizado. Conforme se puede consultar en el Anexo 27, la significación fue mayor a 0,05 en todos los casos excepto en el coeficiente de ajuste 4 de la dimensión *competencia percibida* del IMI ( $U=14,000$ ;  $p=0,007$ ;  $r=-0,61$ ) entre el grupo intervención ( $Mdn=-10,95$ ) y el grupo control ( $Mdn=7,45$ ). En el mismo anexo se detallan las varianzas explicadas por los CPFs de los coeficientes de ajuste de la dimensión *competencia percibida* del IMI, cabe indicar que cuatro CPFs explicaron el 87,04% de la varianza en esta dimensión que hace referencia a la capacidad con que la persona percibe que realiza la actividad requerida en la valoración biomecánica (Anexo 15, preguntas 2, 9, 14, 16 y 18 del cuestionario).

Se reconstruyeron las curvas medias de esta dimensión para cada uno de los grupos de tratamiento a partir de las medias entre grupos del coeficiente de ajuste que presentó diferencias estadísticamente significativas. La media en el grupo intervención fue -12,78 mientras que en el control 4,35. Así, gracias a la reconstrucción de las curvas medias, se observó cierta variabilidad en el grupo de intervención respecto a esta dimensión que apenas se produjo en el grupo control (Figura 72).





**Figura 72.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la dimensión *competencia percibida* del Cuestionario de Motivación Intrínseca. Puntuación IMI\_Capacidad, puntuación en la dimensión competencia percibida del Cuestionario de Motivación Intrínseca.

### 3.4. Análisis de los resultados de la posturografía estática.

#### 3.4.1. Análisis sensorial.

Los parámetros obtenidos en el análisis sensorial se evaluaron mediante ADF. En el Anexo 28 se pueden consultar las varianzas explicadas por los CPFs cuyos coeficientes de ajuste mostraron diferencias estadísticamente significativas, así como las curvas de los mismos. De manera general, cuatro CPFs explicaron más del 70% de la varianza en todos los parámetros del análisis sensorial descritos en este apartado.

En la Tabla 21 se describen aquellos coeficientes de ajuste que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en los diferentes parámetros de las pruebas del análisis sensorial. Cabe destacar, que el parámetro que reveló diferencias en todas las pruebas fue la estimación de la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones del sujeto durante toda la prueba. Así, presentaron diferencias estadísticamente significativas los coeficientes de ajuste de la velocidad media 2 ( $F(1)=4,650$ ;  $p=0,047$ ;  $r=0,48$ ) y 3 ( $U=14,000$ ;  $p=0,007$ ;  $r=-0,61$ ) del ROA, el coeficiente de ajuste 3 ( $F(1)=5,104$ ;  $p=0,038$ ;  $r=0,49$ ) del ROC, y el coeficiente de ajuste 2 ( $F(1)=6,971$ ;  $p=0,019$ ;  $r=0,58$ ) del RGA.

**Tabla 21.** Resultados del análisis estadístico intergrupo para los coeficientes de ajuste de los diferentes parámetros evaluados en el análisis sensorial.

Var.	Parámetros	CA	Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p	Prueba
			P25	P50	P75	P25	P50	P75		
ROA	Desplaz_AP (mm)	2	-55	-17	-8	-6	27	39	0,019*	U Mann-Whitney
		3	-37	-9	4	-1	13	24	0,024*	ANOVA
	Desplaz_ML (mm)	3	-31	-13	-3	4	11	42	0,010*	U Mann-Whitney
		Velocidad (m/s)	2	-0,01	0,01	0,04	-0,04	-0,01	0,01	0,047*
	3		-0,04	-0,02	0,002	-0,004	0,02	0,03	0,007*	U Mann-Whitney
ROC	Velocidad (m/s)	3	-0,08	0,001	0,02	0,01	0,05	0,08	0,038*	ANOVA
RGA	Desplaz_ML (mm)	2	-899	-44	111	2	63	531	0,041*	U Mann-Whitney
	Velocidad (m/s)	2	-0,09	-0,02	0,01	<0,001	0,03	0,06	0,019*	ANOVA

Se consideró estadísticamente significativo  $p<0,05$ . Var., variables; CA, coeficiente de ajuste; ROA, prueba Romberg Ojos Abiertos; Desplaz\_AP, desplazamiento máximo en el eje anteroposterior; Desplaz\_ML, desplazamiento máximo en el eje mediolateral; ROC, prueba Romberg Ojos Cerrados; RGA, prueba Romberg con Gomaespuma Ojos Abiertos.

Del mismo modo, las diferencias estadísticamente significativas en los coeficientes de ajuste de los desplazamientos máximos en el eje anteroposterior y mediolateral también se repitieron entre pruebas, dando consistencia a los

## Resultados

resultados. Así, como se observa en la Tabla 21, mostraron diferencias estadísticamente significativas los coeficientes de ajuste 2 ( $U=19,000$ ;  $p=0,019$ ;  $r=-0,52$ ) y 3 ( $F(1)=6,203$ ;  $p=0,024$ ;  $r=0,53$ ) del desplazamiento máximo anteroposterior del ROA, y los coeficientes de ajuste 3 ( $U=16,000$ ;  $p=0,010$ ;  $r=-0,58$ ) y 2 ( $U=17,000$ ;  $p=0,041$ ;  $r=-0,48$ ) del desplazamiento máximo mediolateral del ROA y RGA, respectivamente.

A partir de las medias (por grupo o marginales) de los coeficientes de ajuste que revelaron diferencias intergrupo se reconstruyeron las curvas medias de recuperación funcional del análisis sensorial (Tabla 22). Estas curvas permitieron la interpretación de los resultados del ADF.

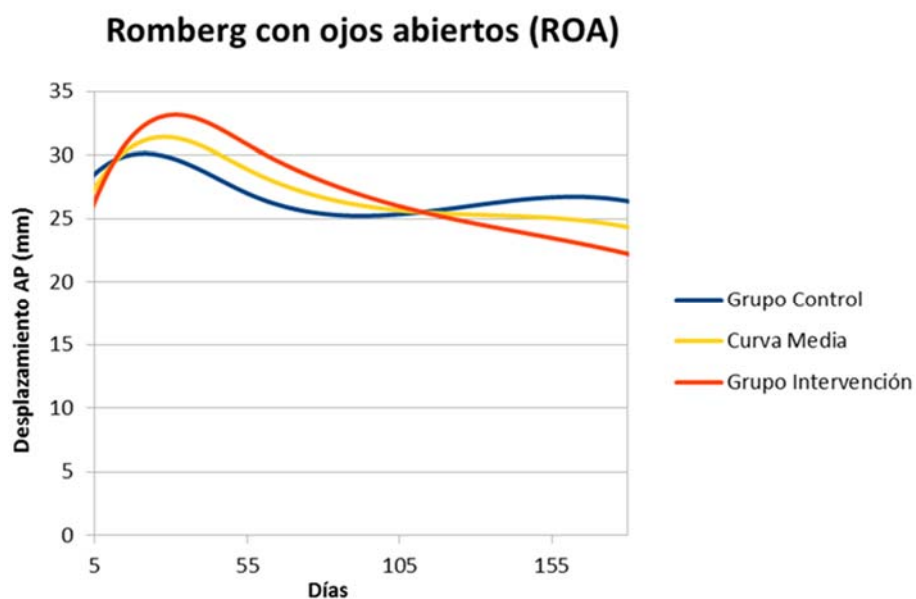
**Tabla 22.** Valores de las medias marginales o por grupo de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el análisis sensorial.

Variables	Parámetros	CA	Grupo intervención	Grupo control
<b>Medias marginales</b>				
ROA	Desplaz_AP (mm)	3	-11,68	12,38
	Velocidad (m/s)	2	0,02	-0,02
ROC	Velocidad (m/s)	3	-0,02	0,05
RGA	Velocidad (m/s)	2	-0,03	0,03
<b>Medias por grupo</b>				
ROA	Desplaz_AP (mm)	2	-18,68	17,29
	Desplaz_ML (mm)	3	-13,39	12,40
	Velocidad (m/s)	3	-0,02	0,02
RGA	Desplaz_ML (mm)	2	-330,72	894,12

CA, coeficiente de ajuste; ROA, prueba Romberg Ojos Abiertos; Desplaz\_AP, desplazamiento máximo en el eje anteroposterior; Desplaz\_ML, desplazamiento máximo en el eje mediolateral; ROC, prueba Romberg Ojos Cerrados; RGA, prueba Romberg con Gomaespuma Ojos Abiertos.

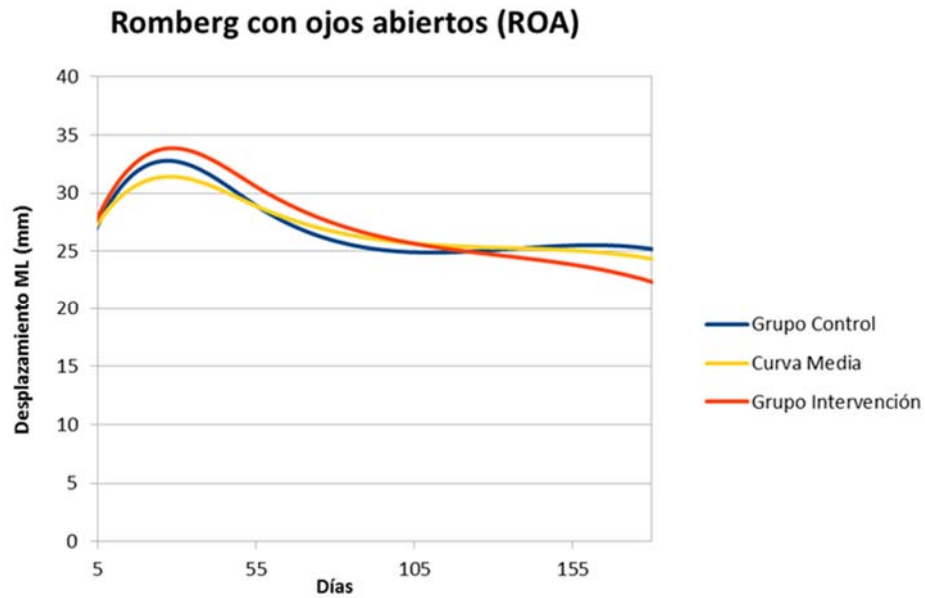
A continuación, se describen las curvas obtenidas en la prueba ROA. En primer lugar, respecto a las curvas medias de recuperación del desplazamiento máximo anteroposterior (Figura 73) se observa que aunque ambos grupos presentaron, a los cinco días del inicio de la fisioterapia, un desplazamiento anteroposterior del centro de presiones muy similar en la prueba ROA, las diferencias

estadísticamente significativas encontradas en los coeficientes de ajuste 2 y 3 se reflejaron en la evolución de la curva de recuperación. Es decir, en el grupo intervención el desplazamiento anteroposterior del centro de presiones tendió a reducir y esta reducción pareció continuar más allá de los seis meses tras ictus, mientras que los sujetos del grupo control redujeron menos este desplazamiento y esa mejora se mantuvo estable, es decir, no aumentó con el tiempo.

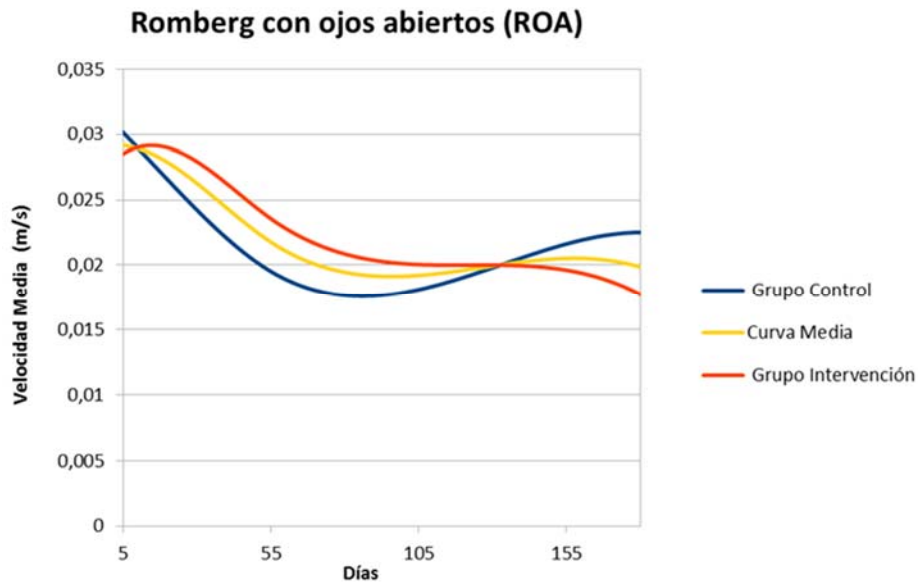


**Figura 73.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el desplazamiento máximo anteroposterior en el ROA.

De manera muy similar a la figura anterior, se observa que en el desplazamiento máximo mediolateral de la prueba ROA sucedió lo mismo, las diferencias estadísticamente significativas advertidas en el coeficiente de ajuste 3 de este parámetro revelaron que la curva de evolución del grupo intervención tendió a una mayor disminución del desplazamiento mediolateral del centro de presiones y dicha recuperación pareció mantenerse incluso seis meses tras ictus (Figura 74).

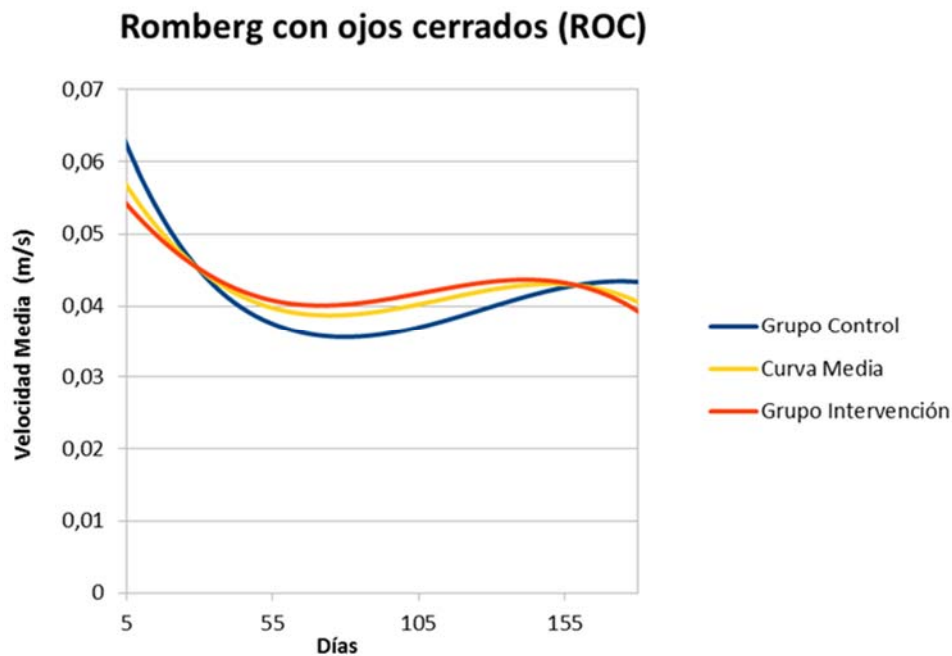


**Figura 74.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el desplazamiento máximo mediolateral en el ROA.



**Figura 75.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la velocidad media en el ROA.

Por otro lado, los coeficientes de ajuste 2 y 3 de la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones, durante la prueba ROA, descubrieron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la evolución de la curva de recuperación, mostrando una mayor disminución en la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones durante dicha prueba en los sujetos del grupo intervención (Figura 75). En este parámetro, velocidades pequeñas indican mejor estabilidad postural.



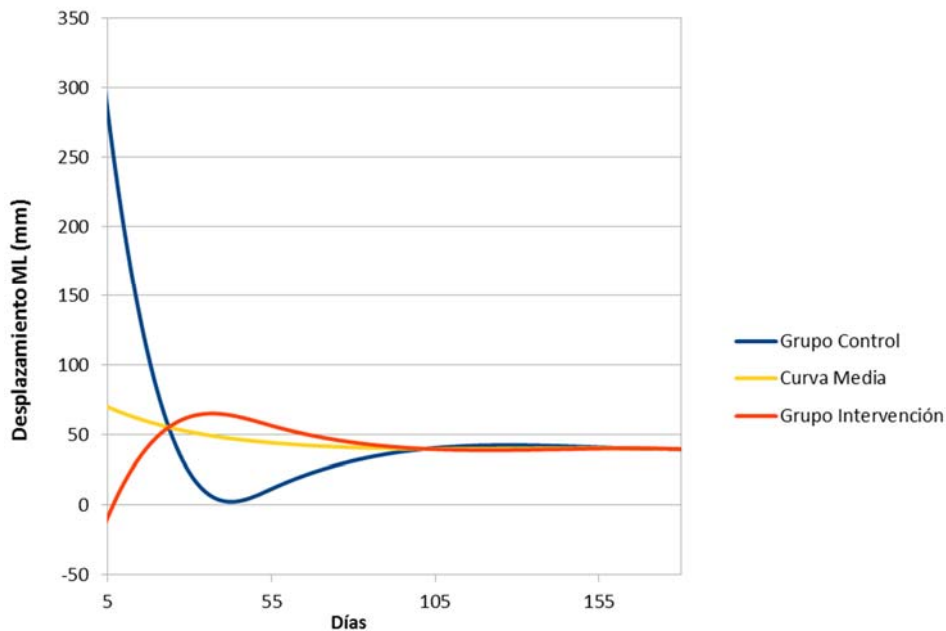
**Figura 76.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en la velocidad media en el ROC.

Una vez finalizada la descripción de las curvas medias de recuperación funcional en la prueba ROA, se detalla la Figura 76 que muestra las curvas medias de cada grupo en la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones en la prueba ROC. En este caso las diferencias estadísticamente significativas se encontraron en el coeficiente de ajuste 3 traduciéndose en que, al igual que en

la prueba ROA, en la prueba ROC el grupo intervención también disminuyó la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones y la propensión a dicha disminución en la curva de recuperación persistió en el tiempo.

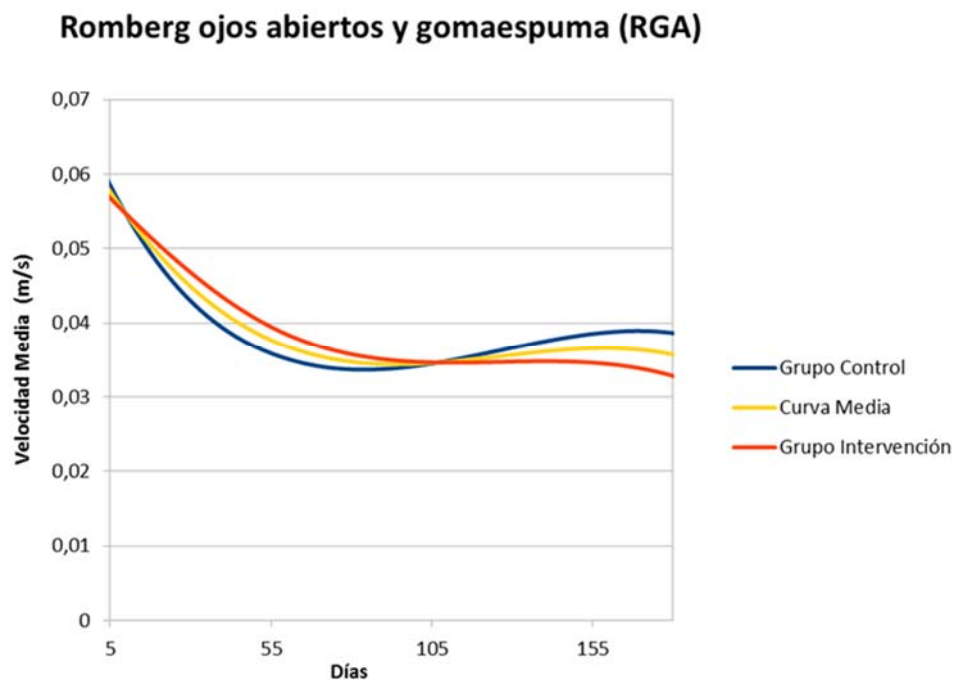
Respecto a la prueba RGA, se obtuvieron las Figuras 77 y 78. En la Figura 77 se detallan las curvas medias de ambos grupos de tratamiento para el desplazamiento mediolateral (vector desplazamiento) del centro de presiones en dicha prueba. Así, la diferencia estadísticamente significativa entre grupos en el coeficiente de ajuste 2 determina que aunque el grupo control pareció reducir el desplazamiento mediolateral de manera más marcada durante el primer mes tras el ictus, después, entre el segundo y tercer mes, ambos grupos presentaron una evolución similar de este parámetro que permaneció constante en el tiempo.

### Romberg ojos abiertos y gomaespuma (RGA)



**Figura 77.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el desplazamiento máximo mediolateral en el RGA.

En la Figura 78 se representan las curvas medias de recuperación en la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones del individuo durante la prueba RGA. En congruencia con lo advertido en las pruebas ROA y ROC, la diferencia estadísticamente significativa entre grupos en el coeficiente de ajuste 2 tiene relación con la disminución de la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones en el grupo intervención en la prueba RGA. Esta mejoría también persistió en el tiempo.



**Figura 78.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en la velocidad media en el RGA.

Al realizar el análisis de las diferencias en los coeficientes de ajuste entre los grupos de tratamiento, en aquellas variables que cumplieron el supuesto de normalidad, se consideraron el grupo y el hemicuerpo parético como factores del ANOVA. De este modo, se hallaron algunos coeficientes de ajuste que



presentaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético. Es decir, independientemente del grupo de tratamiento al que pertenecieron los sujetos estudiados, se obtuvieron algunas diferencias estadísticamente significativas, en los coeficientes de ajuste de ciertos parámetros de las pruebas del análisis sensorial, según el hemicuerpo afectado tras el ictus.

Por tanto, parece que la evolución de algunos parámetros evaluados mediante análisis sensorial (las oscilaciones del centro de presiones en el eje mediolateral de las pruebas ROA y ROC y el desplazamiento mediolateral del centro de presiones en la prueba ROC) fue algo diferente según el hemicuerpo afectado. Sin embargo, al reconstruir las curvas medias de recuperación funcional, no se pudo determinar qué sujetos evolucionaron mejor, los que presentaron una afectación en el hemicuerpo derecho o izquierdo. Así, con el objetivo de proporcionar claridad al apartado de resultados, estos datos se aportan en el Anexo 29.

#### **3.4.2. Prueba dinámica de los límites de estabilidad (LE).**

Los parámetros obtenidos en la prueba dinámica de los LE también se evaluaron mediante ADF. Por tanto, al igual que en el análisis sensorial, tras el cálculo de los coeficientes de ajuste correspondientes a cada CPF, se analizaron mediante análisis estadístico tradicional las diferencias intergrupo debidas al tratamiento fisioterápico realizado.

En el Anexo 30 se pueden consultar las varianzas explicadas por los CPFs cuyos coeficientes de ajuste mostraron diferencias estadísticamente significativas, así como las curvas de los mismos. De manera general, cuatro CPFs explicaron más del 80% de la varianza en todos los parámetros de la prueba dinámica de los LE descritos en este apartado, excepto en el control direccional del límite de

estabilidad frontal derecho en el que los cuatro CPFs explicaron el 69,13% de la varianza.

Asimismo, en la Tabla 23 se detallan aquellos coeficientes de ajuste que presentaron diferencias intergrupo en los diferentes parámetros de la prueba dinámica de los LE. Se observa que las diferencias estadísticamente significativas entre grupos se repitieron en el coeficiente de ajuste 3 del parámetro de control direccional en los LE derecho ( $F(1)=5,119$ ;  $p=0,039$ ;  $r=0,50$ ) e izquierdo ( $U=20,000$ ;  $p=0,041$ ;  $r=-0,47$ ), así como en la variable promedio de LE ( $F(1)=5,267$ ;  $p=0,036$ ;  $r=0,50$ ). Por otro lado, el índice de valoración de los LE para el LE trasero en el coeficiente de ajuste 4 también presentó diferencias estadísticamente significativas entre grupos de tratamiento ( $F(1)=9,662$ ;  $p=0,007$ ;  $r=0,63$ ).

**Tabla 23.** Resultados del análisis estadístico intergrupo para los coeficientes de ajuste de los diferentes parámetros medidos en la prueba dinámica de los LE.

Var.	Parámetros	CA	Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p	Prueba
			P25	P50	P75	P25	P50	P75		
Prom LE	Control_Direc (%)	3	-48	-25	2	-10	6	42	0,036*	ANOVA
LE Der	Control_Direc (%)	3	-88	-57	-12	-66	-12	109	0,039*	ANOVA
LE Tras	I_Valoración (%)	4	-41	-6	8	-1	14	58	0,007*	ANOVA
LE Izq	Control_Direc (%)	3	-169	-45	35	-15	17	98	0,041*	U Mann-Whitney

Se consideró estadísticamente significativo  $p<0,05$ . Var., variables; CA, coeficientes de ajuste; Prom, promedios; Control\_Direc, control direccional; LE, límites de estabilidad; Der, derecho; Tras, trasero; I\_Valoración, índice de valoración de los límites de estabilidad; Izq, izquierdo.

A partir de las medias de los coeficientes de ajuste en los que se presentaron diferencias entre grupos, y del mismo modo que se realizó en el análisis sensorial, se reconstruyeron las curvas medias de recuperación funcional de la prueba dinámica de los LE (Tabla 24). Gracias a las mismas se pudo realizar la interpretación de los resultados del ADF.

## Resultados

**Tabla 24.** Valores de las medias marginales o por grupo de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la prueba dinámica de los LE.

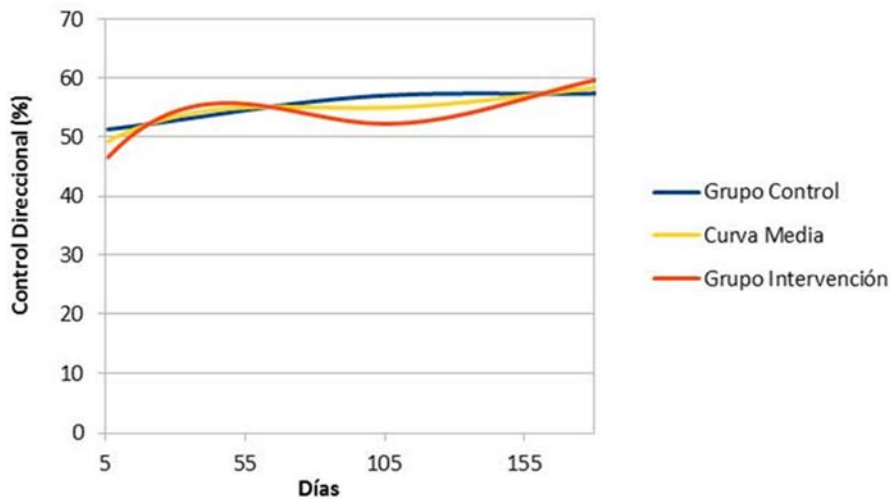
Variables	Parámetros	CA	Grupo intervención	Grupo control
<b>Medias marginales</b>				
Promedios LE	Control_Direc (%)	3	-22,38	16,75
LE Derecho	Control_Direc (%)	3	-57,67	16,42
LE Trasero	I_Valoración (%)	4	-12,81	32,29
<b>Medias por grupo</b>				
LE Izquierdo	Control_Direc (%)	3	-58,71	54,02

CA, coeficientes de ajuste; Control\_Direc, control direccional; LE, límites de estabilidad; I\_Valoración, índice de valoración de los límites de estabilidad.

En la Figura 79 se observan las curvas medias de evolución del parámetro control direccional en la variable promedios de los límites de estabilidad en ambos grupos de tratamiento. En ella se advierte que la linealidad en la trayectoria seguida por los sujetos para alcanzar cada uno de los límites de estabilidad (LE) aumentó independientemente del grupo de tratamiento. Sin embargo, las diferencias intergrupo halladas en el coeficiente de ajuste 3 se correspondieron con diferencias estadísticamente significativas en la directriz de evolución de las curvas. Así, la curva del grupo intervención mostró una disposición de recuperación en la linealidad de la trayectoria que siguió aumentando tras seis meses del ictus mientras que en el grupo control la mejoría alcanzada a los 105 días se mantuvo constante.

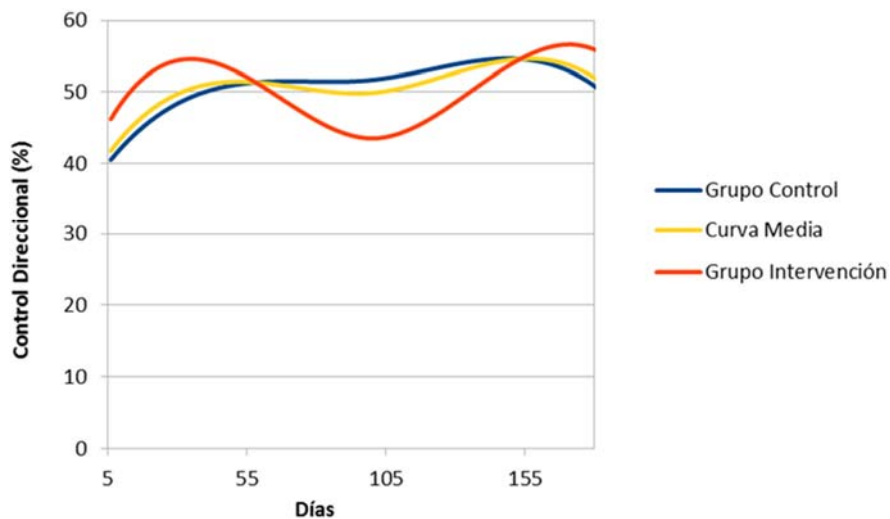
Al analizar la linealidad en la trayectoria hacia la derecha (Figura 80), las diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el coeficiente de ajuste 3 advirtieron una mayor variabilidad en el grupo intervención que en el grupo control. Asimismo, la curva de recuperación del grupo intervención demostró una mejor linealidad de la trayectoria en el periodo final de evaluación respecto a la del grupo control.

### Promedios de los límites de estabilidad



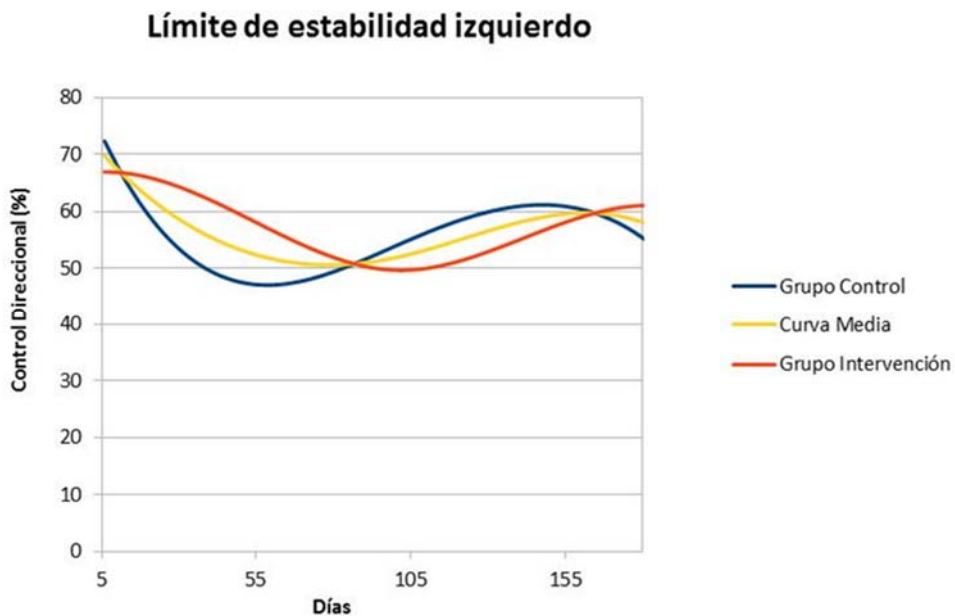
**Figura 79.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en el parámetro de control direccional en los promedios de los LE.

### Límite de estabilidad derecho



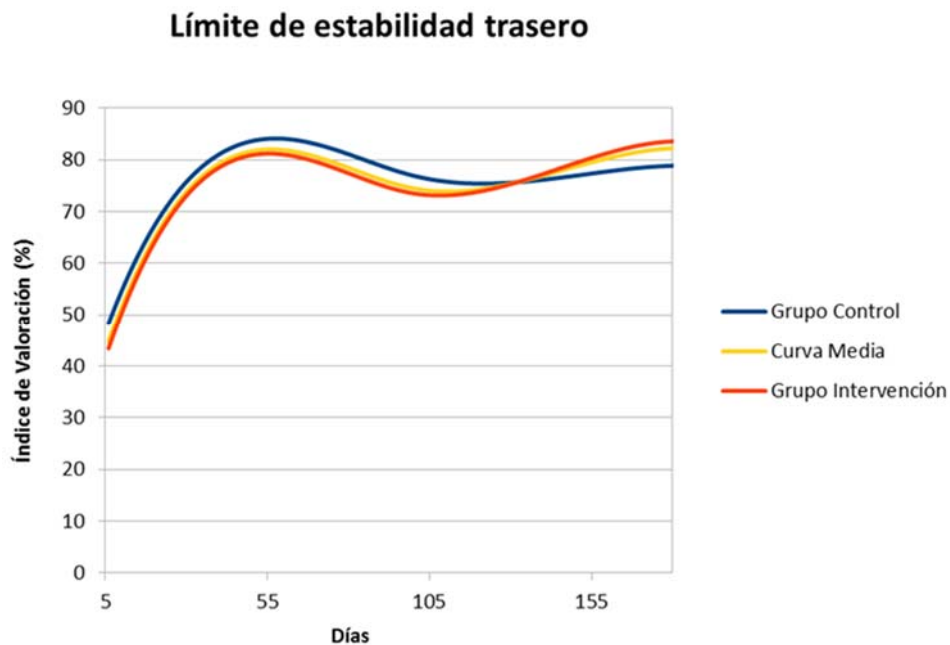
**Figura 80.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en el parámetro de control direccional en el LE derecho.

Continuando con el parámetro de control direccional, en la Figura 81 se observan las curvas medias de evolución respecto a la linealidad en la trayectoria hacia la izquierda. Cabe destacar que ambos grupos presentaron cierta variabilidad y que hubo diferencias estadísticamente significativas (coeficiente de ajuste 3) en la propensión de evolución de ambas curvas ya que la curva del grupo intervención mostró una directriz de mejoría en la linealidad de la trayectoria hacia la izquierda a partir de los tres meses que el grupo control perdió hacia el final del periodo evaluado (a partir de los 155 días). Por tanto, se distinguió un desplazamiento de la respuesta en el tiempo en el grupo intervención, es decir, la recuperación de la linealidad en la trayectoria hacia la izquierda se extendió más en el tiempo en el grupo intervención que en el grupo control.



**Figura 81.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el parámetro de control direccional en el LE izquierdo.

Por último, en la Figura 82 se observan las curvas medias para el parámetro índice de valoración del LE trasero en ambos grupos de tratamiento. Se advierte con claridad que el índice de valoración para este límite aumentó independientemente del grupo de tratamiento. Sin embargo, las diferencias estadísticamente significativas encontradas en el coeficiente de ajuste 4 indicaron diferencias significativas en la disposición de recuperación de las curvas de ambos grupos, mostrando una mayor evolución del grupo intervención que del control en este parámetro.



**Figura 82.** Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en el Índice de Valoración del LE trasero.

Al igual que sucedió en el análisis sensorial, en la prueba dinámica de los LE, al realizar el análisis de las diferencias en los coeficientes de ajuste entre los grupos de tratamiento, en aquellas variables que cumplieron el supuesto de normalidad, se consideraron el grupo y el hemicuerpo parético como factores del ANOVA. De

este modo, se hallaron coeficientes de ajuste que presentaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético.

Por tanto, parece que la recuperación de algunos parámetros evaluados mediante la prueba dinámica de los LE (control direccional en la prueba LE frontal derecho, índice de valoración del LE trasero y tiempo de confinamiento en LE trasero izquierdo) fue algo distinta según el hemicuerpo afectado. Sin embargo, al reconstruir las curvas medias de recuperación funcional, no se pudo determinar la relevancia clínica de estas diferencias, es decir, qué sujetos evolucionaron mejor, aquellos con afectación del hemicuerpo derecho o izquierdo. Por tanto, con el objetivo de proporcionar claridad al apartado de resultados, estos datos se especifican en el Anexo 31.

### **3.5. Resultados del análisis cinético de la marcha. Fuerzas de reacción.**

En este apartado se analizaron los datos cinéticos de 131 pisadas evaluadas en 19 sujetos (60 pisadas del grupo control (45,8%) y 71 del grupo intervención (54,2%)). Del total, 65 pisadas se realizaron con el hemicuerpo parético (49,6%) y 66 con el no parético (50,4%). Asimismo, se estudiaron 65 pisadas derechas (49,6%) y 66 izquierdas (50,4%). No se realizaron registros antes de F4 ya que los sujetos del estudio no fueron capaces de realizar la prueba de valoración de la marcha antes de dicha fase.

#### **3.5.1. Velocidad de la marcha y tiempo de apoyo.**

Para el análisis estadístico de la velocidad de marcha y el tiempo de apoyo se consideraron los momentos temporales inicial y final (F4 y F8). De este modo, el análisis de los cambios producidos tras la intervención en la variable dependiente

velocidad de marcha mostró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo intervención que presentó una mayor velocidad final ( $M=0,83$ ;  $DE=0,17$ ) que el grupo control ( $M=0,58$ ;  $DE=0,17$ ) tras seis meses del ictus ( $t(10)=-2,511$ ;  $p=0,031$ ;  $r=0,62$ ). Sin embargo, el análisis intragrupo de la velocidad de marcha no reveló una mejora estadísticamente significativa en ningún grupo a lo largo del tiempo. Así, el grupo intervención presentó una velocidad similar en F4 ( $M=0,81$ ;  $DE=0,36$ ) y en F8 ( $M=0,83$ ;  $DE=0,17$ ;  $t(3)=-2,040$ ;  $p=0,134$ ;  $r=0,76$ ), mientras que en el grupo control se observó una ligera disminución, no estadísticamente significativa, de F4 ( $M=0,64$ ;  $DE=0,29$ ) a F8 ( $M=0,58$ ;  $DE=0,17$ ;  $t(1)=0,553$ ;  $p=0,679$ ;  $r=0,48$ ). El análisis estadístico de la velocidad de marcha mediante modelo lineal generalizado no indicó diferencias remarcables respecto a los resultados ya expuestos (Anexo 32).

Respecto a la variable dependiente tiempo de apoyo cabe indicar que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo intervención ( $M=0,65$ ;  $DE=0,14$ ) y el grupo control ( $M=0,75$ ;  $DE=0,12$ ;  $t(10)=1,250$ ;  $p=0,240$ ;  $r=0,37$ ) en el tiempo de apoyo del miembro inferior parético a los seis meses tras ictus. Asimismo, tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo intervención ( $M=0,66$ ;  $DE=0,17$ ) y el grupo control ( $M=0,85$ ;  $DE=0,13$ ;  $t(10)=1,965$ ;  $p=0,078$ ;  $r=0,53$ ) en el tiempo de apoyo del miembro inferior no parético en la evaluación final. Sin embargo, la variable diferencia en el tiempo de apoyo, a los seis meses tras ictus, indicó una menor diferencia estadísticamente significativa en el tiempo de apoyo entre ambos miembros inferiores en el grupo intervención ( $Mdn=-0,01$ ) respecto al control ( $Mdn=0,10$ ;  $U=3,000$ ;  $p=0,027$ ;  $r=-0,64$ ). Del mismo modo, también se apreciaron diferencias significativas entre grupo intervención ( $M=4,98$ ;  $DE=4,59$ ) y control ( $M=12,47$ ;  $DE=2,40$ ;  $t(10)=3,019$ ;  $p=0,013$ ;  $r=0,69$ ) en la variable IS en



la evaluación final, es decir, al finalizar el estudio el grupo intervención presentó una mayor simetría en el tiempo de apoyo que el control.

Puesto que el análisis intragrupo de estas variables no añade información clínica relevante, y con el fin de aportar claridad a los resultados, los datos del mismo se describen detalladamente en el Anexo 32.

### **3.5.2. Fuerzas de reacción de las pruebas de marcha.**

Los parámetros obtenidos en el análisis cinético de la marcha se evaluaron mediante ADF. La extracción de CPFs del ADF de las curvas de fuerza en las tres direcciones (según procedimiento descrito en el apartado 2.5 de esta tesis) resultó en cuatro CPFs que explicaron la mayor parte de la variabilidad de la muestra, en concreto, el 89,95% de la varianza en las curvas verticales (Fz), el 85,22% en las anteroposteriores (Fx) y el 86,94% en las mediolaterales (Fy) (Vivas Broseta, 2014).

Tras el cálculo de los coeficientes de ajuste correspondientes a cada CPF se analizaron mediante análisis estadístico tradicional las diferencias intergrupo debidas al tratamiento fisioterápico realizado, para este análisis se consideró la velocidad de marcha como covariable ya que se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la misma.

Como se muestra en la Tabla 25, cabe destacar que se observaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en el coeficiente de ajuste 4 ( $F(1)=9,019$ ;  $p=0,004$ ;  $r=0,39$ ) de las fuerzas verticales (Fz) de las pisadas realizadas con el miembro inferior parético y el coeficiente de ajuste 1 de las fuerzas mediolaterales (Fy) en las desarrolladas con el no parético ( $F(1)=4,654$ ;  $p=0,035$ ;  $r=0,28$ ). Cabe indicar que este último coeficiente de ajuste

también presentó diferencias estadísticamente significativas en la velocidad de marcha ( $F(1)=6,402$ ;  $p=0,014$ ;  $r=0,33$ ) entre el grupo intervención y control.

**Tabla 25.** Resultados del análisis estadístico inferencial para los coeficientes de ajuste de las diferentes fuerzas de reacción medidas en la prueba de marcha con diferencias estadísticamente significativas entre grupos de tratamiento considerando por separado cada hemicuerpo.

HC	Fuerzas de reacción	CA	Grupo intervención			Grupo control			p
			P25	P50	P75	P25	P50	P75	
P	Verticales (Fz)	4	-0,1	0,008	0,2	-0,04	0,22	0,38	0,004*
NP	Mediolaterales (Fy)	1	0,03	0,7	1,3	-0,1	-0,006	0,23	0,035*

Análisis estadístico realizado mediante ANOVA. Se consideró estadísticamente significativo  $p<0,05$ . HC, hemicuerpo; P, parético; NP, no parético; CA, coeficiente de ajuste.

Asimismo, se hallaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo en el coeficiente de ajuste 1 ( $F(4)=3,414$ ;  $p=0,015$ ;  $r=0,24$ ) de las fuerzas verticales (Fz) de las pisadas realizadas con el miembro inferior parético (Tabla 26). Cabe indicar que el análisis de este coeficiente de ajuste también presentó diferencias estadísticamente significativas en la velocidad de marcha ( $F(1)=25,502$ ;  $p<0,001$ ;  $r=0,57$ ). Al realizar el análisis post-hoc se determinó que las diferencias en la interacción se encontraron entre ambos grupos en las fases F4 ( $p=0,039$ ) y F5 ( $p=0,039$ ).

Como se aprecia en la Tabla 27, también se observaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor tiempo en el coeficiente de ajuste 1 de las fuerzas Fx en la extremidad inferior no parética ( $F(4)=3,511$ ;  $p=0,013$ ;  $r=0,25$ ). El análisis post-hoc determinó que las diferencias estadísticamente significativas se encontraron entre las fases F4 y F8 ( $p=0,044$ ) y entre las fases F5 y F8 ( $p=0,035$ ).

Resultados

**Tabla 26.** Resultados del análisis estadístico inferencial de los coeficientes de ajuste de las diferentes fuerzas de reacción medidas en la prueba de marcha que presentaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo en las pisadas llevadas a cabo con el miembro inferior parético.

<b>FUERZAS DE REACCIÓN FZ (HEMICUERPO PARÉTICO)</b>																
<b>COEFICIENTE DE AJUSTE 1</b>																
<b>Grupo intervención</b>																
<b>F4 (n=6)</b>			<b>F5 (n=6)</b>			<b>F6 (n=8)</b>			<b>F7 (n=7)</b>			<b>F8 (n=8)</b>				
P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75		
-1,7	-0,9	0,2	-1,9	-0,2	0,1	-1,7	0,6	0,8	-0,1	0,6	1	-0,2	0,5	0,8		
<b>Grupo control</b>																
<b>F4 (n=6)</b>			<b>F5 (n=7)</b>			<b>F6 (n=8)</b>			<b>F7 (n=5)</b>			<b>F8 (n=4)</b>				
P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75		
-1,3	-0,01	0,3	-0,9	-0,4	0,5	-1,5	-0,9	0,2	-2	-0,7	-0,01	-2,1	-0,3	0,6		
<b>p</b>		<b>Prueba estadística</b>														
0,010*		ANOVA														

Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ .

**Tabla 27.** Resultados del análisis estadístico inferencial de los coeficientes de ajuste de las diferentes fuerzas de reacción medidas en la prueba de marcha que presentaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor tiempo en el hemicuerpo no parético.

<b>FUERZAS DE REACCIÓN FX (HEMICUERPO NO PARÉTICO)</b>																
<b>COEFICIENTE DE AJUSTE 1</b>																
<b>F4 (n=12)</b>			<b>F5 (n=13)</b>			<b>F6 (n=17)</b>			<b>F7 (n=12)</b>			<b>F8 (n=12)</b>				
P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75		
0,04	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	-0,1	0,1	0,2	-0,1	0,03	0,2	-0,2	0,03	0,1		
<b>p</b>		<b>Prueba estadística</b>														
0,031*		ANOVA														

Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ .

Para facilitar la interpretación de estos resultados, se reconstruyeron las curvas medias de recuperación de las fuerzas de reacción de la prueba de marcha a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste en los que se observaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo (Tabla 28), en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo (Tabla 29) y en los efectos principales del factor tiempo (Tabla 30).

**Tabla 28.** Valores de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo.

HC	Fuerzas de reacción	CA	Media marginal	
			Grupo intervención	Grupo control
Parético	Verticales (Fz)	4	-0,008	0,207
No parético	Mediolaterales (Fy)	1	0,632	0,270

HC, hemicuerpo; CA, coeficiente de ajuste.

**Tabla 29.** Valores de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo.

CA	FUERZAS DE REACCIÓN FZ (HEMICUERPO PARÉTICO)									
	Media marginal									
	Grupo intervención					Grupo control				
	F4	F5	F6	F7	F8	F4	F5	F6	F7	F8
1	-1,399	-1,228	-0,287	0,371	-0,079	-0,227	-0,103	-0,713	-0,725	0,059

CA, coeficiente de ajuste.

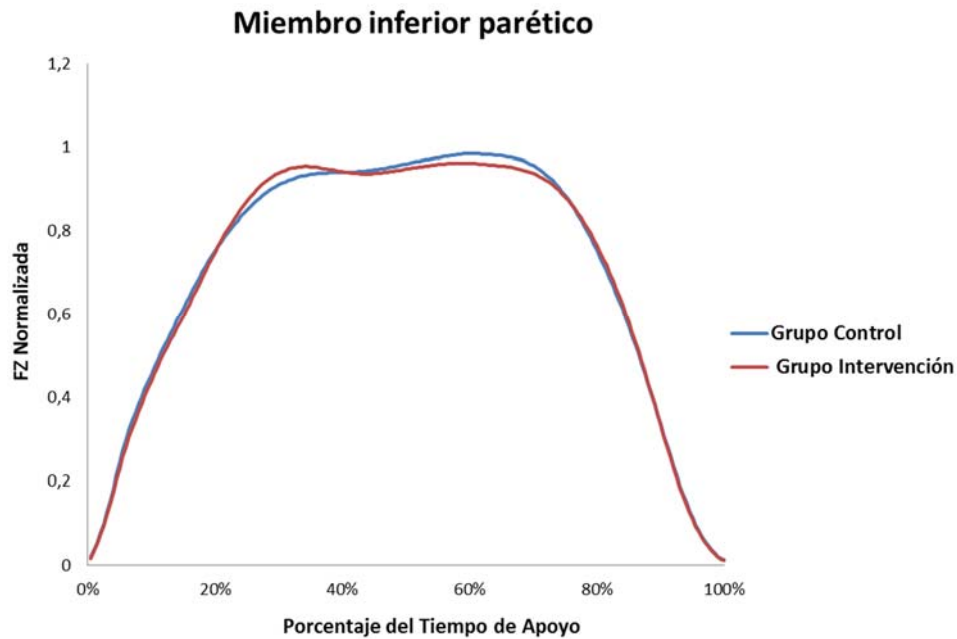
**Tabla 30.** Valores de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor tiempo.

HC	Fuerzas de reacción	CA	Media marginal				
			F4	F5	F6	F7	F8
No parético	Anteroposteriores (Fx)	1	0,187	0,189	0,087	0,046	-0,015

HC, hemicuerpo; CA, coeficiente de ajuste.

La Figura 83 muestra las diferencias significativas de la evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción verticales para la extremidad inferior parética en cada grupo de tratamiento. En ella se observa que en el grupo intervención hubo una mayor simetría en los dos picos característicos de esta curva, es decir, los sujetos del grupo intervención ejercieron una fuerza de impacto del talón más similar a la ejercida para despegar el pie del suelo que en el caso de los sujetos del grupo control, lo que se corresponde con una marcha más normal. Asimismo, en la curva del grupo control prácticamente no se aprecia el pico que expresa la fuerza ejercida en el impacto del talón, por tanto, la recepción del pie fue más

rápida en este grupo. Es decir, el grupo control tendió a dejar caer la extremidad inferior parética y el grupo de intervención controló el movimiento.

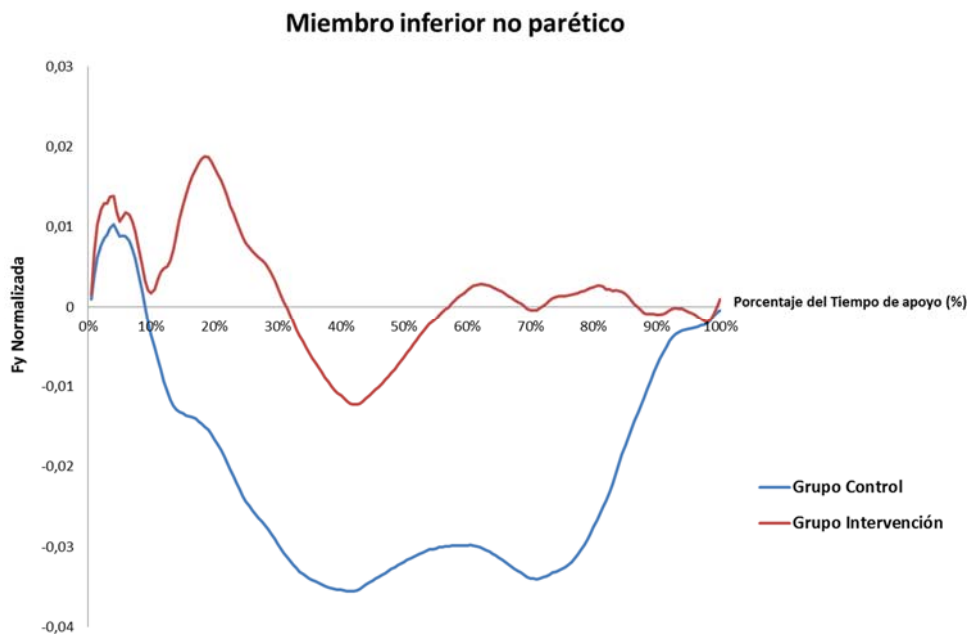


**Figura 83.** La figura detalla la evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción verticales para la extremidad inferior parética en cada grupo de tratamiento gracias a las curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de aquellos coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo.

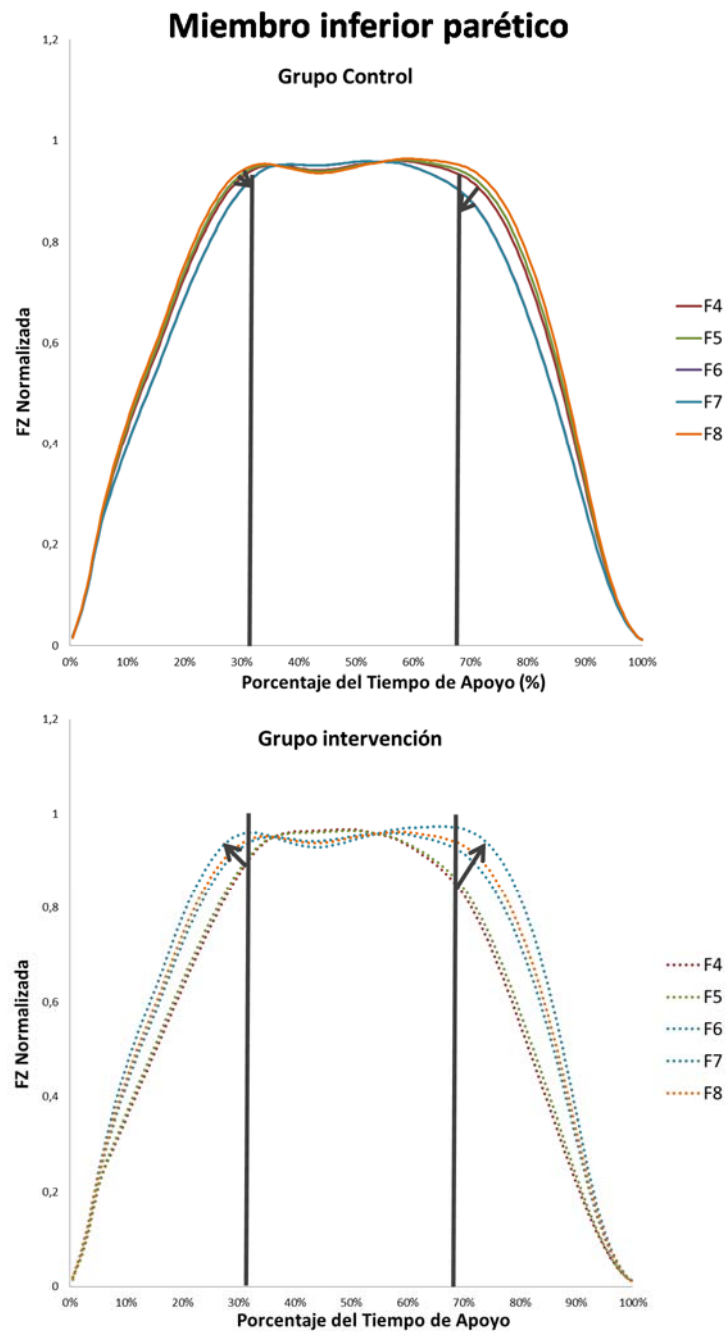
La Figura 84 detalla la evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción mediolaterales para la extremidad inferior no parética en cada grupo de tratamiento gracias a las curvas reconstruidas a partir de las medias marginales entre grupos. La magnitud de la curva del grupo control es mayor que la del grupo intervención, es decir el valor de la fuerza aplicada en el plano frontal es mayor en el grupo control que en el grupo intervención.

Al analizar la evolución de las fuerzas de reacción verticales (Fz) de la extremidad inferior parética en ambos grupos de tratamiento a lo largo de las diferentes fases de evaluación se observa (Figura 85) que el grupo intervención presentó

mayor recuperación que el grupo control. Las curvas del grupo intervención en las últimas fases de evaluación mostraron la aparición del primer pico típico de las curvas Fz, es decir, se produjo un aumento de la fuerza vertical de apoyo del talón en los sujetos del grupo intervención (fuerza ejercida en el impacto del talón). Asimismo, en el grupo intervención el tiempo de carga efectiva del pie aumentó en el lado patológico en las últimas fases de evaluación, lo que no fue tan evidente en el grupo control ya que como se aprecia en la Figura 85 casi todas las curvas del grupo control aparecen juntas. Además, los sujetos del grupo intervención también aumentaron la fuerza ejercida para despegar el pie del suelo lo que produjo la aparición del segundo pico típico de las curvas Fz en las últimas fases de evaluación.

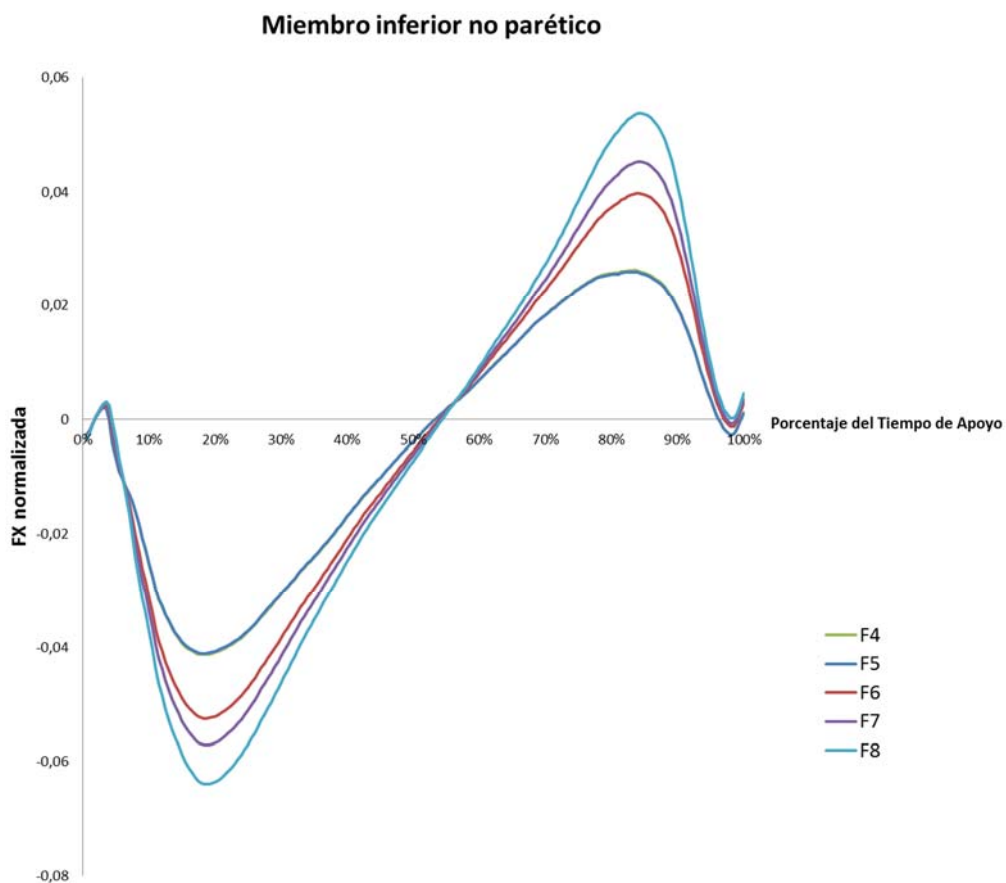


**Figura 84.** Se observa la evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción mediolaterales para la extremidad inferior no parética en cada grupo de tratamiento gracias a las curvas reconstruidas a partir de las medias de aquellos coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.



**Figura 85.** Se muestra la evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción verticales para la extremidad inferior parética en cada grupo de tratamiento gracias a las curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo.

Asimismo, cabe destacar que en la Figura 85 se aprecia que el grupo intervención presentó dos momentos diferenciados en la evolución de las fuerzas de reacción verticales ( $F_z$ ) de la extremidad inferior parética. Es decir, se observan dos grupos de curvas bien diferenciadas, por un lado las curvas de las fases F4 y F5 con una forma muy similar entre ellas, sin picos y con un periodo corto de carga del pie parético, y por otro lado el resto de curvas (F6, F7 y F8) diferenciadas de las dos curvas anteriores porque ya presentan los dos picos y un tiempo de carga mayor del pie parético.



**Figura 86.** La figura retrata la evolución en el tiempo de apoyo de las fuerzas de reacción anteroposteriores, para la extremidad inferior no parética sin diferenciar grupos de tratamiento, gracias a las curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor tiempo.



En relación con las fuerzas anteroposteriores (Fx) se hallaron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor tiempo. En la Figura 86 se muestran dichas diferencias gracias a las curvas medias reconstruidas. Se aprecia, al igual que en la Figura 85, que las curvas de las tres fases finales evolucionaron de forma distinta a las curvas de las dos fases iniciales. Es decir, hubo una diferencia importante entre las fases iniciales y las finales independientemente del grupo de tratamiento. En las fases finales aumentó de forma progresiva y simétrica la magnitud de los picos correspondientes a la fuerza de frenado y a la de propulsión en las fuerzas anteroposteriores (Fx) de las pisadas realizadas con el miembro inferior no parético.

### **3.6. Resultados de fiabilidad interevaluador.**

Los coeficientes de correlación intraclass (CCI) obtenidos mostraron una fiabilidad excelente entre los dos evaluadores. Así, el CCI en el parámetro desplazamiento máximo anteroposterior fue 1 para las pruebas ROA, ROC y RGA. El parámetro desplazamiento máximo mediolateral tuvo un CCI de 0,973 en la prueba ROA, de 0,985 en ROC y de 0,986 en RGA. Del mismo modo, se obtuvo un CCI de 1 en el parámetro velocidad media en la prueba ROA y próximo al 1 en las pruebas ROC y RGA (0,982 y 0,947, respectivamente). En el Anexo 33 se pueden consultar los demás CCI obtenidos en el análisis de fiabilidad interevaluador.

# DISCUSIÓN

---



## 4. DISCUSIÓN

### 4.1. Consideraciones generales

El objetivo de esta tesis doctoral fue estudiar el efecto de un protocolo de fisioterapia, basado en criterios clínico-funcionales y aplicable en el ámbito hospitalario durante las fases aguda y subaguda, en la recuperación del equilibrio y la marcha en personas mayores con hemiplejía tras ictus. Los resultados obtenidos indican que, tras el tratamiento fisioterápico, los sujetos experimentan una mejoría significativa en la fuerza muscular del miembro inferior parético según el test MMT, del equilibrio estudiado con BBS, de la marcha evaluada con FAC y FACHS y de la independencia en las AVD según BI. El protocolo fisioterápico estudiado no exacerba la hipertonía en el miembro inferior parético evaluada con MAS.

Por otro lado, las técnicas añadidas en el grupo intervención, técnicas específicas de estimulación plantar y de entrenamiento en disociación de movimientos y equilibrio, adecuadas al nivel funcional de cada sujeto, provocan una mayor recuperación del grupo intervención respecto al control en: la movilidad física evaluada con el test TUG; la estabilidad postural en bipedestación (menor velocidad media de desplazamiento del centro de presiones, menor desplazamiento máximo en el eje anteroposterior y mediolateral, mejor linealidad en el desplazamiento del centro de presiones en el plano frontal y mejor ejecución global del LE trasero); la velocidad de marcha; el índice de simetría; y el patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha.

Los protocolos de fisioterapia se toleran bien y no se registra ningún efecto adverso durante las sesiones.

## **4.2. Consideraciones relativas a los métodos empleados y los resultados obtenidos**

### **4.2.1. Diseño del estudio y características de la muestra**

El diseño de esta tesis presenta ciertas novedades respecto a los ECAs revisados llevados a cabo con el objetivo de determinar el efecto de una intervención fisioterápica durante las fases aguda y subaguda tras ictus. Por un lado, consigue un seguimiento pormenorizado de los participantes tanto en el tratamiento como en las evaluaciones, que se prolonga durante los seis primeros meses tras ictus. Escasos autores consideran un periodo tan amplio de seguimiento de los sujetos (Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009; Mayo y cols., 2013; Puckree & Naidoo, 2014; van Vliet, Linconln & Foxall, 2005) y estos no realizan una intervención fisioterápica con una progresión claramente descrita en función de la situación clínico-funcional del sujeto. Tampoco efectúan ocho fases de evaluación como en el presente trabajo. En general, realizan de dos a cinco valoraciones, excepto Mayo y cols., (2013) que evalúan algunas variables seis veces a lo largo del año de duración de su estudio.

Por otro lado, este trabajo se lleva a cabo en personas adultas mayores ya que estas representan un grupo poblacional especialmente vulnerable a padecer un ictus. Como se indica en el estudio llevado a cabo por Díaz-Guzmán y cols. (2012), la incidencia del ictus aumenta a partir de los cincuenta y cinco años y alcanza su pico máximo hacia los ochenta y cinco. Sin embargo, escasos ECAs consideran específicamente este grupo poblacional. De hecho, ninguno de los autores anteriores especifica un criterio de inclusión o exclusión relacionado con la edad. Al igual que la mayoría de ECAs llevados a cabo en las fases aguda y subaguda (Allison & Dennett, 2007; Askim y cols., 2010; Bale & Strand, 2008; Brock y cols., 2011; Dean, Channon & Hall, 2007; Karthikbabu y cols., 2011; Katz-Leurer &

Shochina, 2007; Kim, Cho & Lee, 2014; Langhammer & Stanghelle, 2011; Lord y cols., 2008; Outermans y cols., 2010; Park y cols., 2011; Renner y cols., 2016; van de Port y cols., 2012; Wang y cols., 2005; Xue y cols., 2006; Yang y cols., 2005). Además, otros autores contemplan sujetos a partir de los dieciocho años de edad (Cooke y cols., 2010; Cumming y cols., 2011; Galvin y cols., 2011; Howe y cols., 2005;), de los veintiuno (Chan, Chan & Au, 2006) o de los treinta y cinco (Dobkin y cols., 2010).

En este estudio, al igual que en el de Holmgren y cols. (2010) se incluyen sujetos de cincuenta y cinco años o más. Chouhan & Kumar (2012) consideran individuos con un rango de edad entre cincuenta y setenta años, mientras que Isho & Usuda (2016) incluyen individuos de cincuenta a ochenta años. Ambronisi y cols. (2016) llevan a cabo su estudio en personas mayores de sesenta años. Por el contrario, algunos autores determinan una edad avanzada (mayor de ochenta y ochenta y cinco años) como criterio de exclusión (Saeys y cols., 2012; Verheyden y cols., 2009).

Así, la relevancia de los resultados obtenidos en el presente trabajo se deriva de considerar un grupo poblacional altamente predispuesto a padecer ictus y poco estudiado de manera específica en la literatura científica actual.

Aparte de la edad, el resto de características de la muestra se corresponde con lo descrito en otros artículos. El ictus isquémico es más frecuente que el hemorrágico; 85% de sujetos de la muestra estudiada, valor próximo al 80% referido por otros autores (Stokes, 2006). Por otro lado, tal y como se indica en datos extraídos de personas afectadas por ictus en la Comunidad Valenciana, hay una mayor proporción de hombres que de mujeres (Carrera y cols., 2011), 60% de los participantes, porcentaje muy similar al descrito por otros autores (Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009; Mayo y cols., 2013). Respecto al hemicuerpo afectado, la proporción es del 50% en ambos hemicuerpos, análogo

a lo observado en otros ECAs (Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009; Puckree & Naidoo, 2014; van Vliet, Linconln & Foxall, 2005).

Asimismo, todos los sujetos son completamente dependientes de otras personas en la fase de estabilidad hemodinámica, con una puntuación menor a cuarenta en BI (Quinn, Langhorne & Stott, 2011). Sin embargo, en dicha fase, la severidad de sus déficits es de moderada a leve según la CNS. Esto tiene relación con el establecimiento del criterio de inclusión: “conseguir una estabilidad hemodinámica en los primeros siete días tras el ictus”, y del criterio de exclusión: “presentar un pronóstico vital pobre”; criterios semejantes a los considerados en otros estudios llevados a cabo en la fase aguda tras ictus (Allison & Dennett, 2007; Cumming y cols., 2011; Katz-Leurer & Shochina, 2007; van Vliet, Linconln & Foxall, 2005).

Por último, aunque en algunos ECAs se incluyen sujetos con ictus recurrente (Cumming y cols., 2011; Outermans y cols., 2010), en esta tesis, al igual que en la mayoría de estudios revisados (Galvin y cols., 2011; Karthikbabu y cols., 2011; Renner y cols., 2016; Saeys y cols., 2012) se incluyen solo sujetos tras sufrir su primer episodio de ictus, con el fin de reducir en la medida de lo posible la variabilidad de la muestra.

#### **4.2.2. Protocolos fisioterápicos llevados a cabo**

Respecto al tratamiento fisioterápico llevado a cabo, como se indica en el apartado 2.4.2, no se encuentra en la literatura científica un protocolo que describa el tratamiento fisioterápico para la reeducación del equilibrio y/o la marcha durante los primeros seis meses tras ictus. En su lugar, los estudios revisados contemplan un programa fisioterápico llevado a cabo en un periodo de tiempo estandarizado, generalmente, de solo 2 a 12 semanas (Allison & Dennett, 2007; Askim y cols., 2010; Bale & Strand, 2008; Brock y cols., 2011;

Chan, Chan & Au, 2006; Cooke y cols., 2010; Cumming y cols., 2011; Dean, Channon & Hall, 2007; Dobkin y cols., 2010; Galvin y cols., 2011; Holmgren y cols., 2010; Howe y cols., 2005; Karthikbabu y cols., 2011; Katz-Leurer & Shochina, 2007; Kautz y cols., 2005; Langhammer & Stanghelle, 2011; Lord y cols., 2008; Outermans y cols., 2010; Park y cols., 2011; Verheyden y cols., 2009; Wang y cols., 2005; Xue y cols., 2006; Yang y cols., 2005). A excepción de van Vliet y cols. (2005) que, al igual que en el presente estudio, continúan el tratamiento fisioterápico durante el tiempo requerido por los sujetos, pero estos autores no detallan las técnicas fisioterápicas específicas empleadas ni la progresión de las mismas, sino que comparan dos enfoques fisioterápicos, concepto Bobath versus reaprendizaje motor. Asimismo, Langhammer y cols. (2009) realizan una supervisión a largo plazo, durante el primer año tras ictus, proporcionando al grupo experimental un mínimo de 80 horas de fisioterapia repartidas en cuatro periodos de ejercicio intensivo, pero basándose exclusivamente en el enfoque de reaprendizaje motor orientado a la tarea. Sin embargo, cabe indicar que algunas de las técnicas empleadas en dicho estudio se incluyen en el protocolo base de esta tesis (extensión y flexión de rodilla en sedestación, subir y bajar escaleras, caminar haciendo un "8", en tándem y superando obstáculos).

Pese a que el protocolo empleado en este trabajo se desarrolla en 2011, en los últimos cinco años tampoco se encuentran en la literatura científica protocolos similares. Algunos autores como Mayo y cols. (2013) y Puckree & Naidoo (2014) estudian programas fisioterápicos de larga duración, pero en el caso de Mayo y cols. (2013) evalúan dos programas domiciliarios a lo largo del primer año tras ictus, pedalear en bicicleta estática versus marcha y ejercicio orientado a la tarea. Mientras que Puckree & Naidoo (2014) comparan la fisioterapia convencional con un programa centrado en ejercicios de estabilidad y equilibrio, aunque el número de sesiones llevado a cabo por estos autores es mucho menor al del



presente estudio ya que solo proporcionan una sesión cada dos semanas durante los seis meses tras ictus.

De lo expuesto hasta ahora se deduce que el protocolo desarrollado en esta tesis es novedoso en relación a la evidencia científica actual ya que, gracias al empleo de las Clasificaciones Funcionales de Sedestación (Iñigo Huarte y cols., 2007), Bipedestación (García y cols., 2010) y Marcha (Viosca y cols., 2005a; Viosca y cols., 2005b) del Hospital de Sagunto, permite describir claramente la progresión de las técnicas fisioterápicas específicas empleadas y facilita la adaptación individualizada de las mismas a cada sujeto según su situación clínica y funcional en cada momento a lo largo de las fases aguda y subaguda. Esto supone un avance interesante porque en los ensayos clínicos revisados no se detalla la forma de progresión de las técnicas fisioterápicas o se dan indicaciones muy generales: se progresa añadiendo repeticiones, resistencia de peso, o grado de dificultad (Mayo y cols., 2013; Renner y cols., 2016; van de Port y cols., 2012), o quitando apoyos, realizando tareas duales, modificando número de repeticiones y cantidad de feedback visual (Saeys y cols., 2012).

Por otro lado, cabe destacar que al seleccionar las técnicas fisioterápicas que se incluyen en los protocolos de este trabajo se consideró la evidencia científica actual. De este modo, en primer lugar, se trata de protocolos compuestos por técnicas de diversos enfoques fisioterápicos al probar una mayor efectividad (Pollock y cols., 2014). Y en segundo lugar, los protocolos contemplan los objetivos recomendados por la literatura para reeducar la marcha tras ictus (Carr & Shepherd, 2004; Hebert y cols., 2016; Kilbride & Cassidy, 2009): facilitar la activación voluntaria en los grupos musculares clave de los miembros inferiores; evitar los cambios adaptativos en los tejidos blandos del miembro inferior; aumentar la fuerza y la coordinación musculares; mejorar la velocidad de marcha, la resistencia y el estado cardiovascular; optimizar el equilibrio

entrenando las respuestas rápidas ante la desestabilización prevista e imprevista y entrenando el movimiento voluntario de la masa corporal durante las acciones de sentarse, ponerse de pie y en la traslación del cuerpo. En los Anexos 21 y 22 se indican los objetivos a alcanzar con cada una de las técnicas que componen los protocolos fisioterápicos empleados en el presente estudio.

Asimismo, cabe remarcar la vigencia actual de las técnicas fisioterápicas empleadas ya que muchas aparecen en ECAs publicados en los últimos cinco años. En este sentido, Saeys y col. (2012) incluyen la maniobra del puente y trabajo de alcances en sedestación durante la fase aguda tras ictus. Renner y cols. (2016) y van de Port y cols. (2012) introducen la idea de fisioterapia en circuito por parejas como alternativa a la fisioterapia convencional durante el periodo ambulatorio en fase subaguda, de las ocho estaciones que estos autores trabajan, cinco coinciden con técnicas empleadas en el protocolo base de esta tesis (alcances en bipedestación, subir y bajar escaleras incluyendo el levantarse y sentarse en una silla, apoyo monopodal alternando ambos miembros inferiores, pista de obstáculos, transferencias). Mayo y cols. (2013) evalúan el efecto de dos programas domiciliarios compuestos por técnicas empleadas en el presente trabajo, bicicleta estática frente a marcha y ejercicio orientado a la tarea (levantarse y sentarse en una silla, levantar los talones en bipedestación, subir y bajar escaleras, caminar hacia delante y hacia atrás sin apoyo). Puckree & Naidoo (2014), se centran en el periodo de fisioterapia ambulatoria, comparando la fisioterapia convencional con un programa que se basa en ejercicios de estabilidad y equilibrio, algunos de ellos también empleados en nuestro protocolo base (alcances en sedestación y bipedestación, apoyo monopodal de ambos miembros inferiores, marcha con base de sustentación reducida). Del mismo modo, otros trabajos actuales llevados a cabo en la fase crónica del ictus

también incluyen técnicas fisioterápicas empleadas en nuestro estudio (Kim y cols., 2012a; Lee y cols., 2015; Moore y cols., 2015).

Respecto a la “dosis” de la intervención esta también es acorde a las indicaciones de la literatura científica, de tal forma que la fisioterapia se inicia precozmente en la fase de estabilidad hemodinámica ya que un menor tiempo transcurrido entre el ictus y el inicio de la fisioterapia se asocia a mejores resultados (Pollock y cols., 2014), no relacionándose la movilización precoz con aparición de complicaciones ni con deterioro neurológico (Verbeek y cols., 2014). Además, la evidencia determina que una cantidad de terapia de treinta a sesenta minutos de cinco a siete sesiones por semana aporta un beneficio significativo (Pollock y cols., 2014), por ello la intervención se lleva a cabo cinco días a la semana, con una duración de treinta minutos en la fase de estabilidad hemodinámica y noventa cuando el sujeto inicia la fisioterapia en el gimnasio, pues el aumento del tiempo dedicado al ejercicio terapéutico en los seis meses tras ictus aumenta la tasa de recuperación en las AVD en la fase subaguda y postaguda (van Peppen y cols., 2007). La literatura científica también indica que cuando los sujetos son dados de alta del hospital y acuden a rehabilitación de manera ambulatoria, la fisioterapia se debe proporcionar durante un mínimo de cuarenta y cinco minutos al día de dos a cinco días a la semana (Hebert y cols., 2016), así durante el periodo ambulatorio, en este trabajo, se realiza fisioterapia tres veces a la semana con una duración de noventa minutos por sesión.

Debido a los recortes en sanidad acontecidos en muchos países, el ratio 1:1, de un fisioterapeuta por sujeto con hemiplejía tras ictus con sesiones de noventa minutos es inviable (Arntzen, Borg & Hamran, 2015; Friedman y cols., 2014). Por tanto, cabe señalar que muchas técnicas de las que componen el protocolo se pueden realizar solo con supervisión, especialmente cuando la persona alcanza

un buen nivel funcional, por lo que esto permite el tratamiento de varias personas a la vez, lo que facilita su transferencia a la práctica clínica.

En resumen, respecto al tratamiento fisioterápico aplicado en esta tesis doctoral, las principales ventajas respecto a los programas de fisioterapia estudiados en la literatura científica actual, que no emplean tecnología y que son aplicables en la práctica clínica habitual, tal y como recomiendan Hebert y cols. (2016), son: los sujetos reciben fisioterapia de duración e intensidad adecuadas, la progresión de la dificultad se lleva a cabo de forma detallada con técnicas específicas según la situación clínico-funcional de cada individuo satisfaciendo sus necesidades de recuperación y niveles de tolerancia de forma individualizada, y contempla el uso repetitivo e intenso de nuevas tareas que desafían al sujeto a adquirir las habilidades necesarias para llevar a cabo tareas funcionales y actividades.

#### **4.2.3. Instrumentos de evaluación empleados**

En relación al protocolo de valoración empleado cabe indicar que la evaluación de los participantes, tal y como recomienda la evidencia científica (Hebert y cols., 2016) se lleva a cabo mediante herramientas de evaluación válidas y estandarizadas para las distintas deficiencias relacionadas con la hemiplejía, así como para las limitaciones en la actividad funcional del sujeto (Ottawa Panel y cols., 2006). Además, se escogen escalas y pruebas clínicas ampliamente utilizadas en la clínica y en la investigación y pruebas más objetivas (de Oliveira y cols., 2006) como la posturografía y el patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha humana realizadas en la valoración biomecánica. Es interesante matizar que las guías de práctica clínica (van Peppen y cols., 2007) recomiendan el empleo de muchas de las escalas y pruebas utilizadas en este trabajo (TCT, BBS, FAC, velocidad cómoda de marcha, BI, MAS y TUG).

#### **4.2.4. Originalidad del análisis estadístico mediante análisis de datos funcionales (ADF)**

El ADF permite extraer información contenida en la función matemática, normalmente no disponible a través de los métodos estadísticos tradicionales. Así, ofrece una mejor comprensión de los patrones y dinámicas de recuperación (Ullah & Finch, 2013). Además, permite considerar, al determinar el efecto asociado a un tratamiento fisioterápico, la influencia de la variabilidad (Sánchez-Sánchez y cols., 2014). Esto último es importante en los sujetos tras ictus ya que presentan una gran variabilidad en su recuperación (Management of Stroke Rehabilitation Working Group, 2010; Pinter & Brainin, 2012).

De este modo, en la presente tesis, el conocimiento de la dinámica de recuperación de ambos grupos de tratamiento facilita determinar diferencias estadísticamente significativas en la evolución de los sujetos tratados con los dos programas fisioterápicos estudiados que no alcanzan significación estadística con el análisis estadístico tradicional.

Asimismo, cabe destacar lo novedoso del ADF llevado a cabo. En el caso de los datos extraídos de las escalas y pruebas clínicas así como de la posturografía, el cálculo de los CPFs se realiza mediante optimización, utilizando la PSMC (Belda-Lois & Sánchez-Sánchez, 2015; Knoll & Keyes, 2004). Hasta donde sabemos, este es el primer estudio en realizar el ADF siguiendo esta metodología que presenta como ventaja una mejor aproximación al problema frecuente de sesiones de evaluación faltantes, especialmente al inicio o al final del registro.

Respecto al ADF empleado en el análisis cinético de la marcha, al no presentar datos faltantes, se emplea la metodología descrita por Ramsay y Silverman (2006). Cabe indicar que escasos autores aplican esta metodología en el estudio de la marcha de sujetos con hemiplejía tras ictus (Belda-Lois y cols., 2013; Vivas

Broseta, 2014), tratándose en ambos casos de estudios observacionales. Por lo que, según nuestro conocimiento, este trabajo es el único que emplea dicho análisis estadístico para determinar diferencias en las dinámicas de recuperación de la marcha de sujetos tratados con dos intervenciones fisioterápicas diferentes.

#### **4.2.5. Resultados obtenidos**

##### 4.2.5.1. Equilibrio

Cabe destacar la mejoría presentada por ambos grupos de tratamiento en la variable equilibrio evaluada con BBS ( $F(3)=294,684$ ;  $p<0,001$ ;  $r=0,98$ ). Es decir, tras la intervención fisioterápica, ambos grupos mejoran su equilibrio de forma estadísticamente significativa y con un tamaño del efecto grande. Así, a los seis meses del ictus, el 75% de los sujetos, en ambos grupos, alcanza una puntuación superior a 45 puntos, dato de interés ya que una puntuación menor de 45 en BBS se considera indicativo de trastorno de equilibrio (Salter y cols., 2005). Además, desde el inicio de la intervención hasta los seis meses tras ictus, se produce un importante cambio de puntuación en esta escala, de 42 puntos de media en el grupo control y de 44,1 en el de intervención. Puesto que se considera necesaria una diferencia de cinco a siete puntos en BBS para concluir con un 90% de certeza que los sujetos que reciben rehabilitación después de un ictus experimentan un cambio real en la realización de la prueba (Downs, Marquez & Chiarelli, 2013; Garland y cols., 2003; Stevenson, 2001), se puede afirmar que los protocolos de intervención empleados tienen una repercusión importante en el equilibrio de los participantes del estudio. Esto puede deberse a que en ambos protocolos se emplean técnicas pertenecientes a los enfoques concepto Bobath y reaprendizaje motor orientado a la tarea que demuestran su superioridad frente al enfoque ortopédico (Hammer, Nilsagård & Wallquist 2008; Wang y cols., 2005)

y frente a la terapia convencional (Chan, Chan & Au, 2006) respectivamente, en la mejoría del equilibrio de los sujetos evaluados con BBS, en las fases aguda y subaguda.

Asimismo, como algunos autores apuntan (Cabanas-Valdés, Cuchi & Bagur-Calafat, 2013; Isho & Usuda, 2016; Saeys y cols., 2012; Verbeek y cols., 2014; Yoo y cols., 2010), la mejoría experimentada por ambos grupos puede deberse a que el protocolo base, llevado a cabo por todos los sujetos, incluye técnicas que abordan componentes clave de la estabilidad de tronco, como el trabajo de alcances en sedestación (facilita reeducar la propiocepción del tronco y los ajustes posturales anticipatorios) y la maniobra del puente (permite fortalecer precozmente la musculatura abdominal y paravertebral). Al asociar a fisioterapia convencional un programa de ejercicios de tronco en el que se incluyen estas técnicas, Saeys y cols. (2012) obtienen mejoras estadísticamente significativas en el equilibrio del grupo experimental, durante la fase de hospitalización. De este modo, revelan la importancia de los ejercicios de tronco en la rehabilitación de las personas tras ictus, no solo porque los sujetos del grupo experimental mejoran más rápido la estabilidad de tronco en sedestación, sino porque esta mejora permite empezar antes con tareas más complejas de equilibrio e incluso marcha (Saeys y cols., 2012). Lo que también sucede en los participantes del presente estudio ya que en cuanto experimentan cierto control de tronco en sedestación (puntuación 2 o 3 en SedHS), se incluyen en la intervención fisioterápica técnicas en bipedestación con ligero apoyo de las manos (paso de sedestación a bipedestación y viceversa, traslación de peso anteroposterior y lateralmente en bipedestación, entrenamiento de equilibrio en bipedestación con intentos de retirar progresivamente el apoyo de las manos). Por otro lado, cabe indicar que las técnicas de fortalecimiento del músculo tríceps sural incluidas en el protocolo base pueden haber influido en una mejor ejecución de

los ítems apoyo monopodal y bipedestación en tándem de esta escala (Onambele, Narici & Maganaris, 2006).

En este punto, resulta interesante recordar que en la variable BBS, los resultados de las pruebas post-hoc de los efectos principales del factor tiempo ponen de manifiesto que, aunque ambos grupos de tratamiento presentan una mejora significativa desde el inicio de la fisioterapia en el gimnasio (F3) hasta el tercer mes tras ictus (F5), solo el grupo intervención mejora significativamente su equilibrio del tercer al sexto mes tras ictus. Es probable que esta diferencia en la evolución de los sujetos pertenecientes al grupo intervención se deba a que este grupo realiza un refuerzo de trabajo específico del equilibrio que principalmente comienza a partir del segundo o tercer mes tras ictus cuando los sujetos alcanzan una puntuación de FACHS de 2 o más. Es decir, si se observa el protocolo con las técnicas fisioterápicas extra llevado a cabo en el grupo intervención, se pone de manifiesto que a partir de que el participante alcanza una deambulación de interior o por el domicilio (FACHS=2), las técnicas extra que se realizan se centran exclusivamente en recuperar el equilibrio en bipedestación: disociación de los movimientos de la cabeza respecto al tronco (Ada, Dean & Mackey, 2006; Hulbert y cols., 2015; Rose, 2005), traslación del peso del cuerpo al miembro inferior parético en bipedestación (Carr & Shepherd, 2004; Davies, 2002; Duncan y cols., 2003; Rose, 2005) y entrenamiento del equilibrio en tabla inestable (Davies, 2002; Pang & Eng, 2008). El 50% de sujetos del grupo intervención alcanza un nivel funcional FACHS superior a 2 alrededor del segundo mes tras ictus y más del 75% al tercer mes tras ictus. Además, cabe recordar que a partir de ese momento el equilibrio se reta continuamente ya que la dificultad de estas técnicas aumenta (se trabaja progresivamente con pies juntos y ojos cerrados).

En este sentido, cabe recordar que la terapia induce principalmente sus efectos en aquellas capacidades a las que el entrenamiento se dirige de manera



específica (Verbeek y cols., 2014; Wolf y cols., 2002) y que, especialmente, el reentrenamiento del equilibrio es muy específico del contexto y la tarea (Maciaszek, Borawska & Wojcikiewicz, 2014). Por tanto, aunque dentro del protocolo base ambos grupos, intervención y control, trabajan el equilibrio, no se trata de un entrenamiento específico sino que este se trabaja asociado a tareas (marcha con obstáculos, en tándem, subir y bajar escaleras). Además, la intensidad del tratamiento se relaciona con mejores resultados (Pollock y cols., 2014; Vloothuis y cols., 2015) y si bien es cierto que, como se indica en el apartado 2.4.1., la dosis de fisioterapia es igual en ambos grupos, el de intervención dedica más tiempo al entrenamiento del equilibrio que el grupo control, ya que en este se añaden técnicas relacionadas con la recuperación de la funcionalidad del miembro superior parético mientras el grupo intervención realiza las técnicas extra de equilibrio. Sin embargo, aquí se debe matizar que algunos autores apuntan que actividades bilaterales de las extremidades superiores, similares a las realizadas por los sujetos del presente estudio, pueden aumentar el equilibrio al mejorar el control del tronco (Shin & Don Kim, 2016). No obstante, reforzando la idea anterior de que los efectos del tratamiento se observan en las capacidades a las que el entrenamiento va dirigido, Hammer, Nilsagård & Wallquist (2008) obtienen diferencias estadísticamente significativas entre grupos de tratamiento, con una mayor recuperación del equilibrio en el grupo que lo entrena mediante ejercicios específicos que en el grupo que realiza fisioterapia de miembro superior.

Es decir, en esta tesis ambos grupos de tratamiento mejoran su equilibrio a lo largo del estudio de manera estadísticamente significativa ya que ambos grupos trabajan componentes importantes para el equilibrio (Cabanas-Valdés, Cuchi & Bagur-Calafat, 2013; Saeys y cols., 2012; Verbeek y cols., 2014). Sin embargo, se observa una tendencia de mayor recuperación del equilibrio en el grupo

intervención que en el control, con un tamaño del efecto medio ( $r=0,42$ ) que puede deberse a que en el grupo intervención se emplea, en cada sesión, más tiempo para trabajar ejercicios específicos de equilibrio, a partir de que el participante alcanza una deambulación de interior o por el domicilio (FACHS=2). Si bien las diferencias en la interacción de los factores grupo y tiempo no alcanzan significación ( $F(3)=3,220$ ;  $p=0,053$ ), quizá debido a que durante el tiempo que el grupo intervención trabaja ejercicios extra de equilibrio, en el grupo control se trabajan técnicas de recuperación del miembro superior que también pueden, de forma indirecta, mejorar el equilibrio (Shin & Don Kim, 2016). De hecho, estudios similares llevados a cabo durante la fase de hospitalización, con una diferencia poco marcada en la intervención fisioterápica aplicada a ambos grupos, tampoco alcanzan significación estadística intergrupo en BBS (Brock y cols., 2011; Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009).

Resulta difícil comparar los resultados obtenidos con los de otros autores ya que como se indica previamente, escasos artículos consideran una intervención durante los primeros seis meses tras ictus (Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009; Mayo y cols., 2013; Puckree & Naidoo, 2014; van Vliet, Linconln & Foxall, 2005). De ellos, solo tres (Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009; Mayo y cols., 2013; Puckree & Naidoo, 2014) evalúan el equilibrio mediante BBS. Los dos más actuales inician la intervención en las fases subaguda y crónica por lo que hay diferencias importantes en las características basales de sus muestras con respecto a la nuestra, dificultando la comparación de resultados.

Por tanto, únicamente el estudio llevado a cabo por Langhammer y cols. (2009) permite una comparación efectiva de los resultados. Dicha comparación pone de manifiesto que la mejoría en el equilibrio observada en los participantes de esta tesis es mayor que la obtenida por estos autores, ya que desde la admisión de los sujetos en el gimnasio de rehabilitación en la fase aguda hasta los seis meses

tras ictus, sus sujetos reflejan un cambio de puntuación de 14,4 y de 13,7 puntos de media en sus grupos experimental y control, respectivamente; mientras que, en el mismo periodo, en este trabajo se produce un cambio de puntuación de 36,7 y 33,5 puntos de media en los grupos intervención y control, respectivamente. Es decir, a pesar de que sus participantes parten de una puntuación inicial superior a la de la presente tesis (grupo intervención:  $26,0 \pm 23,1$  versus  $11,1 \pm 9,5$ ; grupo control:  $32,9 \pm 24,2$  versus  $13,8 \pm 11,8$ ), a los tres meses la puntuación es similar en ambos estudios, y a los seis meses la puntuación media alcanzada por nuestros participantes en BBS (grupo intervención:  $47,8 \pm 6,3$  y grupo control:  $47,3 \pm 3,9$ ) es mayor que la alcanzada por los suyos (grupo intervención:  $40,4 \pm 16,9$  y grupo control:  $46,6 \pm 13,6$ ). La mejor recuperación del equilibrio de los participantes de la presente tesis puede deberse a que dichos autores no consideran distintos enfoques de tratamiento (Pollock y cols., 2014). En su lugar aplican una hora diaria de entrenamiento orientado a la tarea durante el periodo de ingreso y, al alta, en el grupo control destinan la terapia necesaria y en el grupo experimental un mínimo de ochenta horas de ejercicios basados en resistencia funcional intensiva, fuerza y equilibrio. Al no aportar más información no se puede determinar si hay diferencias en la dosis aplicada entre ambos estudios. Además, cabe destacar que estos autores explican los ejercicios realizados en el grupo experimental y que algunos de ellos se incluyen en nuestro protocolo base (marcha en 8, en tándem y en pista de obstáculos) pero no refieren el número de repeticiones ni tampoco el modo de progresión.

Asimismo, se comparan dos estudios realizados durante la fase de hospitalización con un periodo de intervención de ocho semanas (Galvin y cols., 2011; Saeys y cols., 2012), dado que el momento de admisión de los participantes coincide aproximadamente con la fase de inicio de la fisioterapia en gimnasio

(F3) y la evaluación final coincide por F5, facilitando así la confrontación de resultados. Cabe indicar que, en ese periodo, se produce en esta tesis un cambio de puntuación de 29,8 y 30,9 puntos de media en los grupos intervención y control, respectivamente. Por tanto, la mejora experimentada en los sujetos supera con creces el cambio de puntuación de 9,2 puntos de media en el grupo control y de 19,39 en el experimental alcanzada por los participantes del estudio de Saeys y cols., 2012. Estos autores no especifican la dosis total de fisioterapia recibida durante el periodo de tiempo evaluado, solo indican que los sujetos realizan fisioterapia convencional principalmente basada en el enfoque de neurodesarrollo a la que, en el grupo experimental, suman 16 horas de ejercicios de tronco. Al no conocer las técnicas específicas llevadas a cabo en fisioterapia convencional, se puede especular, centrándose en los ejercicios de tronco, que los sujetos de nuestro estudio tienen una mayor mejora del equilibrio porque además de realizar en su protocolo base la maniobra del puente y alcances en sedestación, también incluidos en el estudio de Saeys y cols. (2012), trabajan técnicas de equilibrio en bipedestación, importantes para la recuperación del mismo (Allison & Dennett, 2007) y en la realización de muchos ítems de BBS.

Con respecto al estudio de Galvin y cols. (2011) sucede algo similar ya que estos autores detectan un cambio de puntuación menor en BBS (9 puntos de media en el grupo control y de 22,8 en el experimental) que los sujetos de la presente tesis. Del mismo modo, tampoco especifican la dosis total de fisioterapia recibida durante el periodo de tiempo evaluado, solo indican que los sujetos realizan fisioterapia convencional a la que, en el grupo experimental, añaden ejercicios controlados por un familiar durante 35 minutos al día en las ocho semanas. De forma general indican que los ejercicios se diseñan de acuerdo a la capacidad de los participantes y progresan en consecuencia. Además, revelan que son ejercicios funcionales orientados a la tarea con el objetivo de mejorar el

equilibrio, la movilidad, la velocidad de marcha y la fuerza de las extremidades inferiores. Por tanto, se puede especular que al tratarse de ejercicios centrados en un solo enfoque fisioterápico el efecto producido es menor (Pollock y cols., 2014). Además, el soporte adicional de la familia en el tratamiento fisioterápico es fundamental (Hebert y cols., 2016) pero quizá este no debe ser a expensas de disminuir el tiempo de tratamiento realizado por un profesional especializado.

Existen otros estudios que inician la intervención fisioterápica en la fase aguda del ictus, pero no es posible comparar sus resultados con el presente trabajo ya que no coinciden en los momentos de evaluación (Allison & Dennett, 2007; Askim y cols., 2010; Wang y cols. 2005) o tienen como criterio de inclusión marcha independiente por lo que parten inicialmente de una puntuación en BBS mayor de cincuenta (Outermans y cols., 2010). Sin embargo, cabe destacar que los dos estudios llevados a cabo en 2010 pretenden analizar el efecto de añadir un entrenamiento intensivo a la fisioterapia convencional. A pesar del aumento en la dosis de entrenamiento en el grupo experimental, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre grupos en BBS. Por lo que parece que la intensidad del tratamiento no influye tanto en la recuperación del equilibrio si este no se trabaja específicamente. Esta idea se refuerza al leer el artículo de Allison & Dennett (2007) puesto que estos autores obtienen diferencias significativas en el cambio de puntuación entre grupos de BBS al añadir actividades en bipedestación (alcance, paso de sedestación a bipedestación...) a la fisioterapia convencional. Esto también está en concordancia con la tendencia a una mayor mejora en BBS en el grupo intervención de esta tesis ya que este grupo realiza más actividades en bipedestación que el grupo control, puesto que muchas de las técnicas de recuperación de la extremidad superior se realizan en sedestación.

En definitiva, considerando la variable BBS, el protocolo base empleado en este trabajo parece ser más efectivo que otros programas fisioterápicos actuales (Galvin y cols., 2011; Saeys y cols., 2012; Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009) en recuperar el equilibrio durante las fases aguda y subaguda, sobre todo si se añaden las técnicas de equilibrio realizadas en el grupo intervención debido a su intensidad y especificidad en el tratamiento del mismo (Pollock y cols., 2014; Vloothuis y cols., 2015).

Los tests de equilibrio funcional, como BBS, evalúan su desempeño en un conjunto de tareas motoras (Mancini & Horak, 2010). Sin embargo, los problemas de equilibrio se enmascaran frecuentemente durante las tareas simples. La posturografía, llevada a cabo en laboratorio mediante plataforma dinamométrica, permite analizar el curso de recuperación de la bipedestación (Genthon y cols., 2008) y presenta mayor sensibilidad a los pequeños cambios que los métodos observacionales (de Oliveira y cols., 2008; Mancini & Horak, 2010).

Ciertas características como el peso, la altura, la edad, el entorno e incluso la motivación en la realización de la prueba pueden influir en los resultados de la posturografía (Ortuño-Cortés, Martín-Sanz & Barona-de-Guzmán, 2009). Por ello, es interesante recordar que, en el presente estudio, no hay diferencias significativas en dichos datos entre ambos grupos de tratamiento. Además, Castilho Alonso y cols. (2012) concluyen, tras analizar la influencia de los factores antropométricos en el equilibrio postural en adultos jóvenes, que este se encuentra poco influenciado por las variables antropométricas tanto en las pruebas con ojos abiertos como cerrados. En cambio, el efecto de la edad sobre la estabilidad postural está bien documentado. Aproximadamente a partir de los cincuenta años, se observa un deterioro del control postural relacionado principalmente con la disminución de la fuerza muscular, del funcionamiento

sensorial, o de la velocidad en las respuestas sensoriomotoras (Mancini & Horak, 2010). Diversos autores indican mayores oscilaciones del centro de presiones en sujetos más ancianos en comparación con los más jóvenes (Baydal-Bertomeu y cols., 2004; Gatica Rojas y cols., 2010; Onambebe, Narici & Maganaris, 2006; Ortuño-Cortés, Martín-Sanz & Barona-de-Guzmán, 2008). Asimismo, la velocidad de desplazamiento del centro de presiones también se incrementa en los sujetos ancianos respecto a los jóvenes (Gatica Rojas y cols., 2010; Mancini & Horak, 2010; Onambebe, Narici & Maganaris, 2006). Por ello, como criterio de inclusión en esta tesis, la edad de los sujetos en el momento de padecer el ictus, es de cincuenta y cinco años o superior.

Respecto al entorno, conforme se explica en el apartado 2.3.1.14., se cuida la metodología a seguir a lo largo de las diferentes fases de evaluación en todos los sujetos y las pruebas se realizan en silencio y en una habitación tranquila, luminosa y con temperatura agradable. Por último, en relación a la motivación en la ejecución de las pruebas de evaluación, los resultados del IMI indican, que no hay diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el interés ni en el esfuerzo con que las realizan y que los sujetos no sufren tensión ni presión al realizarlas. La única diferencia observada en el coeficiente de ajuste 4 de la dimensión *competencia percibida* del IMI no parece tener ninguna relevancia clínica, dado que básicamente explica un mayor cambio de opinión a lo largo de las diferentes fases de evaluación en los participantes del grupo intervención respecto a los del control, sobre la capacidad con la que creen que realizan la actividad requerida en la valoración biomecánica. En definitiva, ambos grupos presentan buena motivación a la exploración del equilibrio y la marcha mediante posturografía.

Analizados estos aspectos, cabe subrayar que los resultados obtenidos mediante posturografía refuerzan los observados en BBS. Ambos grupos de tratamiento

mejoran su estabilidad postural en bipedestación y además, se detectan diferencias en la dinámica de recuperación del equilibrio entre grupos que en la variable BBS solo muestran una tendencia estadística. Es decir, algunos parámetros de la posturografía estática (análisis sensorial y prueba dinámica de los LE) revelan diferencias estadísticamente significativas entre grupos, a favor de una mayor y más prolongada recuperación del equilibrio en el grupo intervención. Por lo que estos resultados son congruentes y fortalecen la tendencia observada con BBS de mayor recuperación del equilibrio en el grupo intervención respecto al control, con un tamaño del efecto medio ( $r=0,42$ ), que no logra alcanzar significación en la interacción de los factores grupo y tiempo ( $F(3)=3,220$ ;  $p=0,053$ ).

Esta congruencia es lógica ya que Frykberg y cols. (2007), en sujetos con secuelas de ictus (> 6 meses), demuestran correlaciones moderadas en la evaluación clínica con BBS y posturografía mediante plataforma dinamométrica cuando estas se realizan casi simultáneamente. Asimismo, Sawacha y cols. (2013) detectan, en sujetos con ictus crónico, que BBS se correlaciona con algunos parámetros del centro de presiones (desplazamiento máximo y velocidad media). Mientras que Cho y cols. (2014) no observan correlación entre BBS y la oscilación postural cuando la posturografía se realiza en superficie estable, pero detectan una correlación cuando la prueba se realiza con gomaespuma tanto con ojos abiertos como cerrados (RGA y RGC).

Sin embargo, es necesario señalar que para poder llevar a cabo las pruebas de posturografía, los sujetos requieren un nivel funcional que les permita la bipedestación con base de sustentación estrecha, durante un periodo mínimo de tiempo (30 segundos por prueba y repetición en este estudio). De ahí que la mayoría de nuestros participantes no pudieron realizar esta prueba hasta el mes del inicio de la fisioterapia en el gimnasio (F4). Por tanto, las plataformas



dinamométricas son sistemas útiles, e incluso más sensibles, pero BBS sigue siendo ventajoso en la valoración de los sujetos con gran afectación del equilibrio (Baydal-Bertomeu y cols., 2010). Por eso en esta tesis se contemplan ambas evaluaciones en la exploración del equilibrio ya que la combinación de posturografía cuantitativa y de evaluación clínica mejora la comprensión de las alteraciones posturales y la discapacidad en personas con ictus (Sawacha y cols., 2013).

Los parámetros que revelan diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el análisis sensorial son la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones en las pruebas ROA, ROC y RGA. Así como el desplazamiento máximo en el eje anteroposterior en ROA y el desplazamiento máximo en el eje mediolateral en las pruebas ROA y RGA. De tal forma que el grupo intervención muestra una mayor disminución que persiste en el tiempo (hasta los seis meses tras ictus) de todos estos parámetros excepto del desplazamiento máximo en el eje mediolateral en las prueba RGA. En este último parámetro, las curvas de evolución de ambos grupos indican una reducción más marcada del mismo en el grupo control durante el primer mes tras ictus, pero después, entre el segundo y tercer mes, ambos grupos presentan una evolución similar de este parámetro que permanece constante en el tiempo.

La disminución del desplazamiento máximo en el eje anteroposterior en ROA resulta de especial relevancia ya que algunos autores relacionan el aumento de este parámetro con caídas en personas mayores (Onambele, Narici & Maganaris, 2006). Dado que la debilidad de los músculos abductores se sugiere como responsable de la inestabilidad postural en el plano frontal y la de los músculos plantiflexores en el anteroposterior (Corriveau y cols., 2004; Garland y cols., 2003), la mejoría observada en los parámetros de la posturografía en ambos planos en todos los participantes de este estudio puede deberse a las técnicas

de fortalecimiento de estos grupos musculares contempladas en el protocolo fisioterápico base. Asimismo, la mayor recuperación significativa de la estabilidad postural en ambos planos en el grupo intervención respecto al control puede expresar que las técnicas extra ejecutadas en dicho grupo producen una mayor recuperación del control sensoriomotor de la extremidad inferior (de Oliveira y cols, 2008) y/o una mejor percepción de verticalidad (Hong, Im & Park, 2013).

Puesto que el parámetro velocidad media de desplazamiento del centro de presiones demuestra diferencias intergrupo en todas las pruebas, es interesante indicar que, en la evaluación de la estabilidad postural en bipedestación mediante plataforma dinamométrica, este parámetro se identifica como la medida intrasujeto más consistente y estable de todas (Frykberg y cols., 2007), también en las pruebas con privación visual, indicando una alta validez y fiabilidad en la cuantificación clínica de la estabilidad postural (Cho y cols., 2014; Geurts, Nienhuis & Mulder, 1993). Asimismo, se sugiere este parámetro como el más sensible para detectar cambios en las habilidades de equilibrio debido a envejecimiento y/o enfermedades neurológicas (Masani y cols., 2014).

Estudios con plataforma dinamométrica revelan que los sujetos tras ictus, comparados con los controles, muestran una oscilación aumentada del centro de presiones y un desplazamiento lateral en dirección al miembro inferior no parético durante la bipedestación relajada (Frykberg y cols., 2007). En este sentido, cabe comentar que los movimientos del centro de presiones evaluados, entre otros parámetros, mediante la velocidad media de desplazamiento y el desplazamiento máximo en los ejes anteroposterior y mediolateral, son indicativos de disfunción neuronal o sensoriomotora subyacente (Corriveau y cols., 2004). Sin embargo, no indican necesariamente inestabilidad ya que pueden haber estabilizado con éxito el centro de gravedad sobre la base de

apoyo (Corriveau y cols., 2004). Cho y cols., (2014) coinciden con estos autores y apuntan que, en los sujetos con secuelas de ictus, una disminución de la oscilación postural no refleja necesariamente la mejora de la capacidad del equilibrio dinámico ya que los movimientos del cuerpo pueden ser el resultado de intentar controlar su postura en bipedestación. En relación con este concepto, Garland y cols. (2003) añaden una idea relevante: en las fases aguda y subaguda tras ictus, solo si la mejoría funcional (entendida como mejoría en las pruebas clínicas) se acompaña de mejoría fisiológica (entendida como mejoría en las pruebas de laboratorio) de la estabilidad postural, se produce recuperación neurológica. En cambio, si la mejoría funcional no se corresponde con una mejoría fisiológica significa que los sujetos están adquiriendo estrategias compensatorias.

Por tanto, en la presente tesis se hace relevante realizar una interpretación de los resultados de la posturografía de forma conjunta con los obtenidos en BBS. Así, dado que el grupo intervención experimenta una tendencia de mayor recuperación del equilibrio funcional (puntuación BBS) que el grupo control y esta tendencia se asocia a una significativa mejoría fisiológica de la estabilidad postural (mayor y más duradera disminución en los parámetros velocidad media de desplazamiento y desplazamiento máximo en los ejes anteroposterior y mediolateral del centro de presiones), se puede determinar que el grupo intervención experimenta una mejor recuperación del equilibrio que el grupo control, y que esta se corresponde con una recuperación neurológica y no con estrategias compensatorias.

Corroborando lo afirmado por Balaguer García y cols. (2012) la prueba más difícil de realizar por los participantes del presente estudio es RGC. De hecho, solo dos sujetos del grupo control consiguen realizarla en algunas de las fases de evaluación. En esta condición de exploración del análisis sensorial, el equilibrio

del sujeto depende únicamente de la información vestibular ya que el sistema visual está anulado y el propioceptivo alterado (Peydro de Moya, Baydal Bertomeu & Vivas Broseta, 2005). Esta dificultad para utilizar las aferencias vestibulares correctamente en sujetos tras ictus es descrita por otros autores durante la fase crónica (Bonan y cols., 2004b). Estos también subrayan la excesiva dependencia a la información visual de los sujetos tras ictus, por lo que sugieren un programa de rehabilitación con eliminación de la misma para inducir el uso de las aferencias somatosensoriales y vestibulares (Bonan y cols., 2004a; Hong, Im & Park, 2013). Nuestro grupo intervención realiza técnicas de entrenamiento del equilibrio con los ojos cerrados lo que también puede haber influido en su mejor dinámica de recuperación (Bonan y cols., 2004a).

Cabe señalar la innovación aportada por este trabajo ya que pocos ECAs evalúan la estabilidad postural mediante posturografía estática en las personas con hemiplejía tras ictus (Cho, Lee & Song, 2012; Hong, Im & Park, 2013; Jiejiao y cols., 2012; Rohjani-Shirazi, Amirian & Meftahi, 2015) y ninguno de los revisados lo hace durante las fases aguda y subaguda. Garland y cols. (2003) realizan un estudio observacional en la fase subaguda con el fin de examinar la extensión hasta que la recuperación del equilibrio funcional se acompaña de cambios en la velocidad media del centro de presiones durante la prueba ROA. Al ser el único que coincide en fases de evaluación con la presente tesis se comparan los resultados, teniendo en cuenta que su muestra es más joven ( $64,2 \pm 13,7$ ) y que la posición de los pies no es tan exigente como la nuestra (mantienen los pies separados dieciocho centímetros). Probablemente debido a estas diferencias, el valor medio inicial de la velocidad del centro de presiones detallado por estos autores ( $0,84 \pm 0,24 \text{ cm/s}$ ) difiere ampliamente del de nuestra muestra (grupo intervención:  $3,1 \pm 0,2 \text{ cm/s}$ ; grupo control:  $3,2 \pm 1,2 \text{ cm/s}$ ). Numerosos estudios muestran mayores oscilaciones del centro de presiones en sujetos adultos

mayores en comparación con los jóvenes (Dault y cols., 2003). Sin embargo, es interesante indicar que tras cuatro semanas de rehabilitación, su muestra experimenta de media una mejoría de  $0,13 \pm 0,15$  cm/s mientras que, en el mismo periodo, la media de mejoría en los sujetos de este estudio es mayor (grupo intervención: 0,6 cm/s; grupo control: 0,5 cm/s).

Recuperar la capacidad de desplazamiento del peso corporal es un objetivo importante de la rehabilitación tras ictus ya que las personas con secuelas de hemiparesia o hemiplejía presentan dificultad para trasladar su peso a ambos hemicuerpos (Chen y cols., 2015). Del mismo modo, los sujetos con hemiplejía tras ictus, en fase crónica, presentan peores resultados en todos los parámetros de los LE (Alfeeli y cols., 2013), en comparación con individuos sanos de la misma edad ( $57 \pm 7,5$  años). Sin embargo, a pesar de su importancia, pocos estudios evalúan el efecto de un programa de fisioterapia tras ictus en la mejora de la prueba dinámica de los LE mediante posturografía estática (Alfeeli y cols., 2013; Seo, Kim & Wi, 2014; Srivastava y cols., 2009; Subramaniam, Wan-Ying Hui-Chan & Bhatt, 2014; Tung y cols., 2010) y no se encuentra ninguno que contemple las fases aguda y/o subaguda. Por tanto, la comparación de los resultados de esta tesis en los parámetros de los LE con otros estudios es inviable ya que, además, estos poseen metodologías diferentes en cuanto a la disposición de los pies, el tiempo de duración de las pruebas, los parámetros biomecánicos analizados y las características de los individuos.

De lo expuesto hasta ahora se desprende la importancia de este trabajo ya que describe la dinámica de recuperación de parámetros importantes de los LE en sujetos con hemiparesia tras ictus durante las fases aguda y subaguda. Asimismo, permite concretar el efecto de las técnicas extra de equilibrio ejecutadas en el grupo intervención ya que se observan diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la dinámica de recuperación de algunos

parámetros de los LE. Así, se observa una mayor precisión en la traslación del centro de presiones en bipedestación del grupo intervención respecto al control que, además, perdura en el tiempo (como mínimo hasta los seis meses tras ictus, momento de la última evaluación). De manera detallada, el parámetro control direccional es el que muestra diferencias entre grupos en más variables (LE derecho, LE izquierdo y promedios de los LE).

Por tanto, los sujetos del grupo intervención consiguen trasladar su centro de presiones con una trayectoria más precisa y directa hacia el objetivo marcado, mostrando una mejor linealidad en el desplazamiento, fundamentalmente en el plano frontal. Esto resulta de gran interés ya que Dault y cols. (2003) al analizar las diferencias en la estabilidad postural, en bipedestación relajada y durante la traslación de peso, en jóvenes ( $26,5 \pm 4,0$  años), mayores ( $64,7 \pm 6,0$  años) y sujetos con secuelas de ictus en fase subaguda ( $57,8 \pm 10,8$  años;  $11,86 \pm 4,71$  semanas tras ictus) concluyen que el desequilibrio observado en el plano sagital en los sujetos sanos de edad avanzada y las personas tras ictus se debe, en gran parte, a los efectos del envejecimiento, mientras que el aumento de la imprecisión en el plano frontal es mucho más específico de los problemas posturales asociados al ictus. Es decir, el desequilibrio estático y dinámico en el plano frontal parece ser consecuencia postural específica del ictus y puede estar estrechamente relacionado con la dificultad en la traslación del peso durante la marcha (Dault y cols., 2003). Por lo que la mejor linealidad en la trayectoria del centro de presiones en el plano frontal, observada en el grupo intervención respecto al control, indica que las técnicas fisioterápicas extra añadidas en este grupo facilitan la recuperación de la estabilidad postural en bipedestación tras ictus pudiendo influir en la capacidad de marcha.

Este resultado coincide con el obtenido por Tung y cols. (2010) que observan una mejoría significativa intragrupo en el grupo experimental del parámetro control

direccional hacia ambos hemicuerpos aunque estos autores no alcanzan diferencias entre grupos. Sin embargo, sí obtienen diferencias significativas entre grupos en el control direccional en el LE anterior, probablemente debido al tipo de intervención fisioterápica ya que el grupo experimental entrena la tarea de levantarse y sentarse la cual requiere un desplazamiento anterior del centro de presiones.

Los resultados de esta tesis en el parámetro de control direccional difieren de los obtenidos por Alfeeli y cols. (2013) ya que estos autores revelan mejoras en todos los parámetros de los LE excepto el de control direccional que no cambia tras tres meses de fisioterapia convencional y entrenamiento del equilibrio con retroalimentación visual. Por lo que el parámetro de control direccional parece estar más relacionado con la mejoría en la fuerza y control sensoriomotor del miembro inferior parético.

En este trabajo, el otro parámetro que muestra una mejoría significativa en su dinámica de recuperación en el grupo intervención respecto al control es el índice de valoración de los LE para el LE trasero. Cabe señalar que, debido a su dificultad, generalmente el límite de estabilidad en la dirección posterior no se estudia ni en ictus (Tung y cols., 2010) ni en personas mayores (Jbabdi, Boissy & Hamel, 2008). No obstante, Seo y cols. (2014) obtienen, en ictus crónico, mejorías significativas en el grupo experimental respecto al control en los LE posterior y anterior al llevar a cabo un programa de entrenamiento de marcha en escaleras frente al entrenamiento de marcha habitual.

Puesto que en esta tesis ambos grupos de tratamiento entrenan la marcha en escaleras y la actividad de levantarse y sentarse, es lógico que no se muestren diferencias entre grupos en la recuperación del LE anterior (Seo, Kim & Wi, 2014; Tung y cols., 2010). La mejoría significativa en el patrón de recuperación del LE trasero del grupo intervención respecto al control puede ser debida a las técnicas

extra practicadas por este grupo que favorecen el desplazamiento posterior del centro de presiones (apoyo monopodal sobre el miembro inferior parético al mismo tiempo que se desplaza el otro miembro inferior en dirección anterior y entrenamiento en tabla inestable en el eje mediolateral).

Por otro lado, respecto a las diferencias observadas en la dinámica de recuperación de los parámetros de la posturografía según el hemicuerpo afectado independientemente del grupo de tratamiento. Algunos autores apuntan que los sujetos con afectación del hemicuerpo izquierdo presentan problemas de equilibrio con mayor frecuencia y requieren de mayor tiempo para su recuperación (Bonan y cols., 2007; Maciaszek, Borawska & Wojcikiewicz, 2014). Sin embargo, en nuestro estudio, al igual que en el de Hong y cols. (2013) no se observa una asociación clara entre hemicuerpo afectado y recuperación de la estabilidad postural ya que los sujetos con afectación del hemicuerpo izquierdo presentan peor dinámica de recuperación en algún parámetro de los LE (índice de valoración del LE trasero), pero una mejor dinámica de recuperación en otros (control direccional del LE frontal derecho y del tiempo de confinamiento del LE trasero izquierdo).

#### 4.2.5.2. Marcha

Al observar los resultados de recuperación de la marcha estimados mediante FAC y FACHS cabe destacar que, al igual que en el equilibrio evaluado mediante BBS, tras la intervención fisioterápica, se produce una mejoría estadísticamente significativa en los dos grupos de tratamiento. Se trata de un resultado esperable ya que entre estas herramientas de evaluación existe una relación indicativa de que la actividad de marcha está relacionada con la función del equilibrio (Vivas Broseta, 2014). Asimismo, en sujetos crónicos, BBS es un buen predictor de la puntuación FAC, es decir, el equilibrio tiene un elevado poder explicativo de la



capacidad de marcha siendo un factor determinante para lograr caminar fuera del domicilio (Lee y cols., 2016).

Los resultados de la presente tesis en la variable marcha coinciden con los de otros autores (Jørgensen y cols., 1995; Vivas Broseta, 2014) en que la recuperación de la misma se produce en la mayoría de los sujetos principalmente durante los tres primeros meses tras ictus. Sin embargo, no concuerdan con estos autores en que después de este periodo el porcentaje de individuos que recuperan su capacidad de marcha es pequeño. En este trabajo el 30% según FAC o el 65% según FACHS versus el 5% en el estudio de Jørgensen y cols. (1995). Vivas Broseta (2014) sugiere incluso un estancamiento a partir de los tres meses, tras observar mediante estas dos clasificaciones la recuperación de la marcha en los seis primeros meses del ictus. Esta autora analiza una muestra de 30 sujetos con características similares a los del presente estudio, aunque de edad media algo inferior ( $63,1 \pm 15,7$  años los hombres y  $62,2 \pm 13,9$  las mujeres versus  $73,20 \pm 8,77$ ). Después de los tres meses, no observa mejora funcional en la medida con estas herramientas de valoración, justificando este hecho bien por una estabilización real en el estado funcional o bien por falta de sensibilidad al cambio en las clasificaciones de marcha. Sin embargo, empleando las mismas herramientas de evaluación (FAC y FACHS), los participantes de esta tesis demuestran una recuperación de la marcha que se extiende más allá de los tres meses tras ictus. Es decir, nuestros sujetos no solo mejoran su actividad de marcha desde el momento de estabilidad hemodinámica hasta los tres meses del ictus (efectos principales del factor tiempo de F1 a F5: FAC,  $p < 0,001$ ; FACHS,  $p < 0,001$ ), sino que además experimentan una mejoría estadísticamente significativa en los efectos principales del factor tiempo a partir de los tres meses (de F5 a F8), aunque solo FACHS es sensible a este cambio (FAC,  $p = 0,421$ ; FACHS,  $p < 0,001$ ). Esto puede deberse a que esta clasificación es más exigente que FAC

en sus niveles funcionales más altos y tiene menos efecto techo (Vivas Broseta, 2014). Por tanto, se pone de manifiesto por un lado, que los participantes de nuestro estudio mejoran su actividad de marcha significativamente incluso a partir de los tres meses tras ictus, y por otro, la importancia de emplear herramientas suficientemente sensibles para evaluar la recuperación de la marcha (Viosca y cols., 2005a).

A pesar de no detectar diferencias estadísticamente significativas en la interacción de los factores grupo y tiempo, ni tampoco del factor grupo en las variables FAC y FACHS; en concordancia con Masiero y cols. (2007), el 50% de los participantes de esta tesis presentan, aproximadamente a los dos meses tras ictus, una puntuación igual o mayor de 3 en FAC. Asimismo, se observa un cambio de puntuación mayor en FAC en nuestros sujetos en relación al obtenido por Saeys y cols. (2012). Estos autores estudian el efecto, en la fase aguda tras ictus, de un programa de ocho semanas de duración en el que se asocia a la fisioterapia convencional, entrenamiento de la función del tronco en el grupo experimental, y ejercicios del miembro superior parético en el grupo control. Así, al comparar los resultados obtenidos en momentos temporales similares (evaluación en el primer y tercer mes tras ictus; F3 y F5) mientras su grupo experimental aumenta de media 2,45 puntos en FAC (de  $1,83 \pm 1,82$  a  $4,28 \pm 1,13$ ) y su grupo control 1,86 (de  $1,27 \pm 1,87$  a  $3,13 \pm 1,64$ ); en este trabajo, el grupo intervención aumenta 3 puntos de media (de  $0,70 \pm 0,95$  a  $3,70 \pm 0,95$ ) y el control 2,26 (de  $1,30 \pm 1,45$  a  $3,56 \pm 0,73$ ). El mejor resultado obtenido puede explicarse porque el protocolo fisioterápico base de esta tesis además de incluir técnicas de entrenamiento de la función del tronco y ejercicios de recuperación de la extremidad superior parética como los incluidos por Saeys y cols. (2012), contiene ejercicios precoces de control postural en bipedestación, más importantes para recobrar la marcha que la recuperación de la fuerza muscular (Masiero y cols., 2007), técnicas de

entrenamiento orientado a la marcha (van de Port y cols., 2007; Wevers y cols., 2009) y entrenamiento en bicicleta estática que comparte un patrón de activación muscular similar con la marcha (Ambrosini y cols., 2016). Asimismo, la mayor recuperación del grupo intervención puede deberse a la realización de ejercicios extra de control postural en bipedestación (Masiero y cols., 2007) y la realización de rotaciones para mejorar la orientación de la línea media junto con el entrenamiento de movimientos selectivos en la extremidad inferior parética (Brock y cols., 2011).

Por otro lado, los métodos mecánicos para cuantificar la marcha son más sensibles al cambio que la inspección clínica directa (von Schroeder y cols., 1995). Así, en este trabajo se incluye el análisis biomecánico del patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha humana ya que puede ser de utilidad para documentar anomalías y determinar los efectos de distintas modalidades terapéuticas (von Schroeder y cols., 1995). A continuación, se discuten cada una de las variables obtenidas gracias a este análisis: velocidad de marcha, tiempo de apoyo y fuerzas de reacción.

La velocidad de marcha está muy relacionada con FAC, FACHS, TUG y MMT (Vivas Broseta, 2014). Respecto a esta última variable, cabe indicar que el incremento de la fuerza en los músculos extensores de los miembros inferiores se asocia con aumento en la velocidad (Mehta y cols., 2012b; Tung y cols., 2010) ya que estos juegan un rol importante en las distintas fases del ciclo de la marcha (Bonnyaud y cols., 2015). Por tanto, llama la atención que los participantes del presente estudio que, tras la intervención fisioterápica, muestran una mejoría significativa en todas estas variables, no presentan diferencias estadísticamente significativas en su velocidad de marcha.

Esto puede deberse a varios motivos, en primer lugar, que la prueba de valoración se realiza sin ayuda técnica, por lo que la mayoría de participantes no

la pueden realizar hasta F4 (un mes desde el inicio de la fisioterapia en el gimnasio), aproximadamente a los dos meses tras ictus, y algunos autores apuntan que los principales cambios en la velocidad de marcha se producen durante los tres primeros meses (Vivas Broseta 2014; von Schroeder y cols., 1995). Y, en segundo lugar, también puede haber dificultado la obtención de valores elevados de velocidad, la corta distancia recorrida por el sujeto en la realización de la prueba (Bonnyaud y cols., 2015). Cabe recordar que se estudia la velocidad de marcha confortable, mediante el sistema NedSVE/IBVv4, durante la evaluación del patrón cinético de la fase de apoyo de la marcha humana. Por tanto, el pasillo de exploración es corto (3,5 m de recorrido total) en relación a las distancias que suelen emplearse habitualmente en el ictus (12 o 15 m). Puesto que al medir la velocidad de marcha se recomienda dejar un recorrido, fuera de la medición, de uno o dos metros tanto al inicio como al final, para permitir la aceleración y desaceleración (Gjelsvik y cols., 2014), el sistema NedSVE/IBVv4 capta la información de velocidad en la parte central del pasillo (recorrido de un metro y medio) dejando un metro al inicio y otro al final de la prueba. Por tanto, se cumple la recomendación, pero la distancia total a recorrer es corta y puede haber influido en la aceleración alcanzada por los sujetos.

Puesto que la velocidad de marcha es un poderoso indicador de la función y el pronóstico después del ictus (Schmid y cols., 2007), cabe indicar que, hacia los dos meses, la velocidad media alcanzada en ambos grupos de tratamiento de esta tesis ( $0,81\pm 0,36\text{m/s}$  en el grupo intervención y  $0,64\pm 0,29\text{m/s}$  en el control) es mejor que la observada por Vivas Broseta (2014) en una muestra similar de sujetos ( $0,57\pm 0,22\text{m/s}$ ) y que la velocidad media del grupo intervención supera el rango de velocidad de marcha, de 0,23 a 0,73m/s, observado en sujetos tras ictus por Kim y cols., (2012b). Del mismo modo, se aprecia que en este grupo la velocidad media alcanza los 0,8m/s, velocidad indicativa de movilidad en la

comunidad (Cooke y cols., 2010; Dobkin y cols., 2010). Por otro lado, el 33% de los sujetos del grupo intervención (versus el 0% en el grupo control) consiguen alcanzar o superar una velocidad de 1,2m/s, relacionada con velocidad de marcha normal en la comunidad incluyendo cruce de calles (Renner y cols., 2016) y deambulación en un centro comercial (Schmid y cols., 2007).

A los seis meses tras ictus, la velocidad media alcanzada por el grupo intervención es significativamente mayor ( $0,83\pm 0,17\text{m/s}$ ) que la velocidad media del grupo control ( $0,58\pm 0,17\text{m/s}$ ), aunque ninguno de los dos grupos sufre cambios significativos respecto a la velocidad media inicial (obtenida en F4). Es decir, en el grupo intervención se observa un mantenimiento en la velocidad media (ganancia de  $0,02\text{m/s}$ ) mientras que el grupo control experimenta una ligera disminución ( $0,06\text{m/s}$ ) aunque estos pequeños cambios no suponen diferencias intragrupo estadísticamente significativas, ni tampoco alcanzan la diferencia mínima clínicamente importante, estipulada en  $0,16\text{m/s}$  en personas con ictus subagudo y graves deterioros en la velocidad de la marcha (Renner y cols., 2016; Tilson y cols., 2010).

Por tanto, con la intervención fisioterápica desarrollada en este trabajo, la velocidad de marcha alcanzada aproximadamente a los dos meses tras ictus, se mantiene como mínimo hasta los seis meses tras ictus, siendo esta una velocidad media superior a la referenciada por otros autores (Kollen, Kwakkel & Lindeman, 2006a; Vivas Broseta, 2014). Asimismo, cabe destacar que, a diferencia del grupo control, desde el inicio, el grupo intervención alcanza de media una velocidad que le permite movilidad en la comunidad (Cooke y cols., 2010; Dobkin y cols., 2010) y la mantiene hasta los seis meses tras ictus. Por tanto, parece que las técnicas extra añadidas en este grupo facilitan una mejor recuperación de la velocidad de marcha. Esto se explica porque existe una fuerte relación entre la velocidad de marcha y el equilibrio dinámico en personas con secuelas de primer

ictus en la fase aguda de rehabilitación (Kollen, Kwakkel & Lindeman, 2006b; Obembe, Olaogun & Adedoyin, 2014). Cabe recordar que la recuperación del mismo es mejor en el grupo intervención que en el control. Del mismo modo, los ejercicios de tronco (Jung y cols., 2016) y el equilibrio (Middleton y cols., 2016), reforzados en el grupo intervención, se consideran contribuyentes importantes en la capacidad de aumentar la velocidad de la marcha en personas con ictus crónico.

Por otro lado, una puntuación menor a 47 puntos en BBS se puede utilizar para identificar a los sujetos que caminan a su máxima capacidad debido a déficits en su equilibrio (Middleton y cols., 2016). Por tanto, cabe indicar que a los seis meses tras ictus, el 40% de sujetos en el grupo control presenta una puntuación inferior a 47 puntos en BBS frente al 20% del grupo intervención. Lo que demuestra una mejor capacidad de aumentar la velocidad en el grupo intervención que en el control, debido a su mejor equilibrio dinámico.

La velocidad de marcha es una variable de evaluación ampliamente empleada en los ECAs llevados a cabo durante las fases aguda y subaguda. Sin embargo, existen ciertas limitaciones a la hora de comparar resultados, ya que generalmente, la mayoría de autores permiten el uso de las ayudas técnicas durante la realización de la prueba (Bale y Strand, 2008; Brock y cols., 2011; Dobkin y cols., 2010; Lord y cols., 2008; Mayo y cols., 2013). Además, en muchos estudios se analizan los efectos de un programa de fisioterapia en sujetos con secuelas leves tras ictus ya que incluyen como criterios de inclusión estabilidad en bipedestación y/o capacidad de marcha (Brock y cols., 2011; Dobkin y cols., 2010; Lord y cols., 2008; Mayo y cols., 2013; Outermans y cols., 2010; Renner y cols., 2016; van de Port y cols., 2012). Por otro lado, algunos autores en lugar de emplear la velocidad de marcha confortable analizan la velocidad de marcha máxima (Askim y cols., 2010; Outermans y cols., 2010). Por tanto, la comparación

de los resultados de esta tesis se lleva a cabo con aquellos estudios que emplean la velocidad de marcha confortable y cuyos sujetos tienen características funcionales similares a los del presente trabajo en aquellas fases de evaluación confrontadas.

Así, cabe indicar que algunos estudios llevados a cabo en sujetos con características similares a los nuestros (edad y equilibrio evaluado con BBS) logran, tras la intervención fisioterápica, un aumento medio de la velocidad de marcha de 0,16m/s o superior, alcanzando por tanto, una diferencia mínima clínicamente importante, no observada en los grupos de esta tesis (Bale & Strand, 2008; Brock y cols., 2011; Cooke y cols., 2010; Dobkin y cols., 2010; Kim y cols., 2012b; Lord y cols., 2008). Sin embargo, cabe indicar que en estos estudios los sujetos presentan velocidades medias iniciales más lentas (próximas a 0,5m/s a los dos meses tras ictus) que la de los sujetos de este trabajo. Por lo que esto refuerza la idea de que el empleo precoz e intensivo de un protocolo de fisioterapia adaptado al nivel clínico-funcional del individuo favorece la adquisición precoz de una mejor velocidad de marcha. Especialmente cuando se incluyen técnicas de refuerzo del equilibrio. No obstante, puede ser interesante considerar algunas de las técnicas incluidas por estos autores, como las actividades funcionales en ambientes comunitarios relevantes para cada participante (Lord y cols., 2008), ejecutar diez metros al día de marcha con refuerzo verbal en la velocidad (Dobkin y cols., 2010) y reforzar la velocidad de marcha y de diferentes tareas funcionales con un metrónomo (Kim y cols., 2012b). Los otros dos estudios referenciados emplean estrategias similares a las contempladas en los protocolos del presente trabajo: entrenamiento funcional de fuerza (Bale & Strand, 2008; Cooke y cols., 2010) y combinación de técnicas de los enfoques concepto Bobath y reaprendizaje motor orientado a la tarea (Brock y cols., 2011).

Otros autores (Renner y cols., 2016; Van de Port y cols., 2012) comienzan con una velocidad media inicial un poco más rápida que la de los sujetos de este trabajo ya que en los criterios de inclusión contemplan solo participantes con capacidad de marcha libre ( $FAC \geq 3$ ), alcanzando tras el tratamiento fisioterápico, una mejoría que consigue la diferencia mínima clínicamente importante. Sin embargo, a pesar de las características basales favorables, solo el grupo experimental en Renner y cols. (2016) alcanza una velocidad de marcha normal en la comunidad (1,2m/s), lo que es interesante porque la mayoría de los sujetos tras ictus tienden a caminar lentamente (Kollen, Kwakkel & Lindeman, 2006b). Cabe indicar que ambos estudios coinciden con el nuestro en que la intervención fisioterápica en el grupo experimental se basa en un programa de entrenamiento en tareas progresivas estructuradas, pero introducen una idea a tener en cuenta, el trabajo por parejas en circuito.

Tradicionalmente, una de las características más evidentes de la alteración de la marcha de las personas con hemiplejia, es la asimetría en el paso (Cooke y cols., 2010; Kim, Lee & Kim, 2016; Meijer y cols., 2011). Es decir, el miembro inferior parético, cuando se compara con el no parético, está menos tiempo en apoyo y más en balanceo. Esta asimetría en la marcha se correlaciona con la recuperación motora (von Schroeder y cols., 1995) y con la fuerza muscular (Verbeek y cols., 2014; Vivas Broseta, 2014). Cuanto mayor es la fuerza en el hemicuerpo parético, más eficiente, seguro y simétrico es el patrón de la marcha (Ambrosini y cols., 2016).

Al igual que la variable velocidad de marcha, el tiempo de apoyo se estudia mediante el sistema NedSVE/IBVv4, durante la valoración del patrón cinético de la fase de apoyo de la marcha humana. Por lo que no se obtienen registros antes de F4 (un mes del inicio de la fisioterapia en gimnasio). Además, como se indica en el apartado 2.5., para una mejor comprensión de esta variable se determinan



dos variables nuevas a partir de la misma: diferencia en el tiempo de apoyo e índice de simetría.

Respecto al tiempo de apoyo, cabe indicar, que al contrario de otros autores (Vivas Broseta, 2014; von Schroeder y cols., 1995) en este trabajo, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre el tiempo de apoyo del miembro inferior parético y no parético en ninguno de los dos grupos de tratamiento, en ninguna de las fases de evaluación ( $p > 0,05$ ). Así, en esta tesis, el valor medio de la variable diferencia en el tiempo de apoyo en F4 es 0,02 en el grupo intervención y 0,05 en el control frente a 0,1 que es el valor medio observado a lo largo de los seis primeros meses tras ictus en un grupo de sujetos de características similares a los de este estudio (Vivas Broseta, 2014). Por tanto, cabe indicar que el protocolo fisioterápico estudiado en este trabajo facilita la simetría de paso en la marcha a partir del segundo mes tras ictus. Esto puede deberse a la importante recuperación motora observada en nuestros participantes. Además, cabe recordar que, desde el inicio, el protocolo base de fisioterapia contempla técnicas de fortalecimiento de los miembros inferiores, por tanto, ambos grupos entrenan técnicas de fortalecimiento de la musculatura extensora del miembro inferior parético. De hecho, en F4, el 80% de los sujetos del grupo intervención y el 100% de los del grupo control alcanzan una puntuación mayor o igual a cuatro en MMT de cuádriceps. Asimismo, los ejercicios de tronco, incluidos también en el protocolo fisioterápico base, se asocian a mayor simetría en la marcha al aumentar la carga de peso en el miembro inferior parético y mejorar el movimiento simétrico de la pelvis (Jung y cols., 2016).

Resulta de interés indicar que mientras Vivas Broseta (2014) y von Schroeder y cols., (1995) concluyen que, aunque otros parámetros de la marcha mejoran, la asimetría de paso se mantiene constante a lo largo de los seis meses tras ictus.

En el caso de nuestra muestra la simetría observada a los dos meses tras ictus continúa a lo largo de todas las evaluaciones durante los seis meses. Es más, al final del estudio, en el grupo intervención se observa una mejoría significativa respecto al control, en las variables diferencia del tiempo de apoyo entre ambos miembros inferiores (grupo intervención:  $0,0097 \pm 0,05$ ; grupo control:  $0,099 \pm 0,02$ ) e índice de simetría (grupo intervención:  $4,98 \pm 4,59\%$ ; grupo control:  $12,47 \pm 2,40\%$ ). Cabe recordar que los valores de este índice igual a cero indican total simetría (Błażkiewicz, Wiszomirska & Wit, 2014). Esta diferencia puede ser debida a las técnicas extra de entrenamiento del equilibrio incluidas en el grupo intervención, que son especialmente exigentes durante el último periodo de intervención, dado que Hollands y cols. (2012) refieren una mayor simetría de paso en la marcha tras entrenar el equilibrio.

Ninguno de los artículos revisados emplea la variable diferencia en el tiempo de apoyo, por tanto, la comparación de los resultados de esta tesis se realiza con la variable índice de asimetría. Así, aunque empleando diferentes fórmulas en su cálculo, un par de ECAs utilizan esta variable para determinar el efecto de programas de fisioterapia durante las fases aguda y subaguda (Yang y cols., 2005; Cooke y cols., 2010). Cabe destacar que la simetría en el paso mostrada por nuestros participantes a lo largo de todas las evaluaciones es mayor que la observada por estos autores.

Yang y cols. (2005) revelan un índice medio de simetría inicial, cerca de los cinco meses tras ictus, de  $-59,06 \pm 26,66\%$  en el grupo experimental y de  $-37,84 \pm 36,82\%$  en el control. Dado que según la fórmula empleada por estos autores una simetría aceptable viene dada por un valor menor del 10%, los participantes de su estudio presentan asimetría de paso en la marcha, mientras que los sujetos en esta tesis, según la misma fórmula, presentan buena simetría de paso (grupo intervención:  $-4,64 \pm 7,73\%$ ; grupo control:  $0,47 \pm 10,31$ ). Estos autores pretenden

determinar el efecto de asociar a la fisioterapia convencional nueve sesiones de entrenamiento de la marcha hacia atrás, detectando en el grupo experimental una mejoría significativa respecto al grupo control, a los seis meses tras ictus, con un porcentaje medio próximo a una simetría aceptable (grupo experimental:  $-14,99 \pm 58,55\%$ ; grupo control:  $-32,55 \pm 39,90\%$ ). Respecto a nuestros participantes, según esta fórmula, a los seis meses tras ictus se observa un ligero empeoramiento en el porcentaje medio de simetría del grupo control ( $-12,43 \pm 58,55\%$ ) aunque sigue mostrando mayor cercanía a la simetría de paso que los sujetos del estudio de Yang y cols. (2005) mientras que los individuos del grupo intervención, al finalizar el estudio, mejoran su índice de simetría mostrando un porcentaje medio de simetría casi total ( $-0,64 \pm 7,01\%$ ).

En el estudio llevado a cabo por Cooke y cols. (2010) estos autores pretenden determinar si junto a la fisioterapia convencional es más efectivo añadir técnicas de entrenamiento funcional de fuerza o añadir más tiempo de fisioterapia convencional. Cabe destacar que la evaluación inicial de los tres grupos es coincidente con la fase de evaluación F3 (inicio de la fisioterapia en el gimnasio) de esta tesis, y puesto que en el presente trabajo no hay datos en dicha fase de evaluación, se comparan los resultados obtenidos tras sus seis semanas de intervención, aproximadamente a los dos meses tras ictus (F4). Así, cabe indicar que, aplicando su fórmula, se considera 100% el valor de simetría total, y la simetría alcanzada por los tres grupos de tratamiento (fisioterapia convencional:  $28,55 \pm 33,07\%$ ; fisioterapia convencional junto con más fisioterapia convencional:  $18,84 \pm 35,62\%$ ; fisioterapia convencional junto con entrenamiento funcional de fuerza:  $32,37 \pm 91,47\%$ ) es muy inferior a la alcanzada en la misma fase de evaluación por los sujetos del presente trabajo (grupo intervención:  $99,62 \pm 5,32\%$ ; grupo control:  $98,76 \pm 11,82\%$ ). Asimismo, estos autores realizan un seguimiento de la evolución a los cinco meses tras ictus, en el que todos los

grupos muestran un porcentaje medio de simetría próximo al 20%, con lo que se produce un empeoramiento en el caso de los grupos de fisioterapia convencional ( $23,04 \pm 23,49\%$ ) y fisioterapia convencional junto con entrenamiento funcional de fuerza ( $20,15 \pm 20,93$ ) mientras que el grupo que realiza doble sesión de fisioterapia convencional, que es el que menos porcentaje medio de simetría presenta a los dos meses, se mantiene a los cinco ( $19,40 \pm 29,91$ ). Respecto a los sujetos de nuestro estudio, cabe indicar que a los cinco meses tras ictus siguen mostrando un porcentaje medio de simetría prácticamente total (grupo intervención:  $95,7 \pm 7,41\%$ ; grupo control:  $101 \pm 10,52\%$ ).

Por tanto, la contrastación de nuestros resultados con los de otros estudios actuales pone en relieve la importancia de un abordaje fisioterápico precoz y específico en el tratamiento de la hemiplejía tras ictus ya que, como demuestran los resultados de este trabajo, un protocolo de fisioterapia precoz e intensivo centrado en criterios clínico-funcionales, previene la asimetría de paso, característica tradicional de las personas con hemiplejía tras ictus, evitando su perpetuación en el tiempo. Asimismo, se hace evidente la importancia de las técnicas extra de equilibrio aplicadas en el grupo intervención para conseguir que la simetría alcanzada en fases iniciales se mantenga en el tiempo e incluso pueda mejorar.

Las personas con hemiplejía tras ictus, pueden aumentar su velocidad de marcha gracias a un mayor uso del miembro inferior no parético por un mecanismo compensatorio (Hsiao, Higginson & Binder-Macleod, 2016; Mahon y cols., 2015; Peterson y cols., 2010a). Por tanto, el análisis de las fuerzas de reacción del suelo aporta información relevante acerca de aspectos cualitativos de la marcha. En esta tesis, dichas fuerzas se obtienen mediante el análisis del patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha. Asimismo, cabe recordar que se estudian mediante ADF ya que este tipo de análisis estadístico permite explicar la

variabilidad en la morfología de las curvas de fuerzas propia de las personas con hemiplejía tras ictus, tanto subagudo (Vivas Broseta, 2014) como crónico (Belda-Lois y cols., 2013). Además, en este estudio, la aplicación de ADF permite detectar diferencias en la dinámica de recuperación de los sujetos en función de la intervención fisioterápica recibida.

En este punto, es relevante indicar que puesto que la velocidad de marcha se correlaciona con las fuerzas de reacción verticales (Durá y cols., 2010) y anteroposteriores (Vivas Broseta, 2014), y al detectar diferencias estadísticamente significativas entre grupos en esta variable a los seis meses tras ictus; en el análisis estadístico de los coeficientes de ajuste la velocidad de marcha se considera como covariable, con el fin de detectar exclusivamente diferencias debidas al tratamiento fisioterápico. Asimismo, según se explica en el apartado 2.5., para poder comparar diferentes curvas, se realiza la normalización lineal del tiempo en las curvas aislando de las mismas el efecto de la duración de la pisada.

De este modo, se observan diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de la interacción de los factores grupo y tiempo, con un tamaño del efecto medio ( $r=0,24$ ), en el coeficiente de ajuste 1 ( $F(4)=3,414$ ;  $p=0,015$ ) de las fuerzas verticales de las pisadas realizadas con el miembro inferior parético. Esta diferencia en la evolución en el tiempo de ambos grupos de tratamiento resulta relevante porque las curvas de las fuerzas de reacción verticales proporcionan información acerca de la calidad de la marcha (Brouwer, Parvataneni & Olney, 2009). De hecho, el CPF 1 de las fuerzas de reacción verticales explica la mayor parte de la variabilidad de las curvas de fuerza de reacción del suelo en sujetos con hemiplejía tras ictus en fase subaguda. Además, indica si la morfología del apoyo presenta los dos picos separados por un valle característicos de la marcha normal o si se parece más a una onda de tipo

senoidal o triangular (Belda-Lois y cols., 2013; Vivas Broseta, 2014). Por tanto, se trata de un CPF importante ya que la pérdida de estos dos picos se describe como la principal alteración de la marcha en la persona con hemiplejia tras ictus (Béseler Soto, 2006; Olney & Richards, 1996). Cabe señalar que conforme se muestra en la Figura 85, el grupo intervención de este estudio revela una mejor dinámica de recuperación de las fuerzas de reacción verticales porque, fundamentalmente a partir del cuarto mes tras ictus, la morfología de las curvas de estas fuerzas de reacción en este grupo presenta ambos picos separados por el valle. Otros autores también consideran la restitución de este patrón de doble pico en las fuerzas de reacción verticales como un indicador positivo en el progreso de los sujetos sometidos a intervención fisioterápica (Olney & Richards, 1996).

De manera detallada, en el grupo intervención, se produce un cambio clínico importante en las últimas fases de evaluación ya que se observa una mayor fuerza vertical durante el contacto del talón del pie afectado en el suelo que da lugar a la aparición del primer pico típico de las curvas de fuerza de reacción vertical. Asimismo, se muestra un aumento del tiempo de carga efectiva del pie parético y un aumento de la fuerza ejercida para despegar dicho pie del suelo lo que produce la aparición del segundo pico típico de estas curvas. Esta dinámica de recuperación de las fuerzas de reacción verticales no es tan evidente en el grupo control ya que las curvas medias aparecen casi todas juntas, con picos menos marcados y con menor tiempo de carga del pie parético (Figura 85).

Por lo que, se puede deducir que las técnicas extra aplicadas en el grupo intervención tienen un efecto importante en la recuperación de la fase de apoyo del miembro inferior parético. Especialmente aquellas llevadas a cabo a partir del tercer mes tras ictus, ya que si se observan las curvas del grupo intervención en la Figura 85, se detectan dos grupos de curvas bien diferenciadas, por un lado

las de las fases F4 y F5 con una forma similar entre ellas, sin picos y con un periodo corto de carga del pie parético y por otro lado, el resto de curvas (F6, F7 y F8) diferenciadas de las dos anteriores porque presentan los dos picos y un tiempo de carga mayor del pie afectado. Esto es congruente con los resultados obtenidos en la variable BBS que muestran una mejoría significativa del tercer al sexto mes tras ictus solo en el grupo intervención. Cabe recordar que a partir de que el participante alcanza una deambulación de interior o por el domicilio (FACHS=2), las técnicas extra que se realizan en el grupo intervención se centran exclusivamente en recuperar el equilibrio en bipedestación: disociación de los movimientos de la cabeza respecto al tronco (Ada, Dean & Mackey, 2006; Hulbert y cols., 2015; Rose, 2005), traslación del peso del cuerpo al miembro inferior parético en bipedestación (Carr & Shepherd, 2004; Davies, 2002; Duncan y cols., 2003; Rose, 2005) y entrenamiento del equilibrio en tabla inestable (Davies, 2002; Pang & Eng, 2008). Puesto que más del 75% de sujetos del grupo intervención alcanza un nivel funcional FACHS superior a 2 al tercer mes tras ictus es lógico pensar que estas técnicas extra de refuerzo del equilibrio tienen un efecto importante no solo en la mejoría de la variable BBS, sino también en la recuperación de la morfología de las curvas de fuerza de reacción vertical del suelo. Del mismo modo, otros autores relacionan la función del equilibrio con la actividad de marcha (Vivas Broseta, 2014; von Schroeder y cols., 1995).

Cabe remarcar que los resultados obtenidos en este trabajo en el coeficiente de ajuste 1 de las fuerzas de reacción verticales tienen una gran relevancia clínica. Estos resultados muestran, en el grupo intervención, una mejoría significativa a lo largo del tiempo que no se observa en el grupo control. Otros autores (Belda-Lois y cols., 2013; Vivas Broseta, 2014) indican una falta de sensibilidad del CPF 1 de las fuerzas de reacción verticales a las diferencias entre fases de evaluación en sujetos con hemiplejía tras ictus. Por lo que se puede concluir que las técnicas

extra llevadas a cabo en el grupo intervención son fundamentales en la dinámica de recuperación de la marcha en sujetos tras ictus en las fases aguda y subaguda. Asimismo, cabe recordar que esto refuerza los resultados en la actividad de marcha observados con FACHS ya que, en esta tesis, contrariamente a lo observado por Vivas Broseta (2014) se detecta una mejoría significativa de esta variable a partir de los tres meses tras ictus.

Por otro lado, cabe señalar que el ADF también muestra diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo, con un tamaño del efecto medio, en el coeficiente de ajuste 4 ( $F(1)=9,019$ ;  $p=0,004$ ;  $r=0,39$ ) de las fuerzas verticales de las pisadas realizadas con el miembro inferior parético. Según Belda-Lois y cols. (2013) y Vivas Broseta (2014) el CPF 4 de las fuerzas de reacción verticales hace referencia a qué pico destaca más, el de apoyo del talón o el de despegue del pie, lo que se relaciona con la estrategia de avance del miembro inferior contralateral y con los movimientos del tronco. Así, en la Figura 83 se observa que el grupo control tiene más destacado el pico de despegue y el de intervención el pico de apoyo. En relación a la estrategia de avance del miembro inferior contralateral cabe indicar que Raja y cols. (2012) al estudiar las fuerzas de reacción verticales, detectan asimetrías en la transferencia del peso corporal durante la marcha en sujetos con hemiplejia tras ictus. Estos autores revelan que la transición del peso corporal del miembro inferior no parético al parético ocurre más tarde que al contrario ( $51,6 \pm 9,9$  frente a  $32,0 \pm 8,2$  del porcentaje de duración de la fase de doble apoyo) lo que se relaciona con la severidad de las secuelas y se justifica por la pérdida de confianza en el miembro inferior parético dada su debilidad y disminución del control. Por lo que, el hecho de que en el grupo intervención las diferencias en el CPF 4 muestren un énfasis en el pico de apoyo pueden estar indicando una mayor seguridad en la traslación del peso del miembro inferior no parético al



parético. Esta idea se refuerza por la mejor recuperación observada en el grupo intervención en las fuerzas de reacción mediolaterales ya que estas son importantes para facilitar la transferencia del peso corporal de la persona al miembro inferior de carga y liberar el de descarga (Raja, Neptune & Kautz, 2012). Asimismo, el grupo intervención muestra una mayor simetría en los dos picos característicos de esta curva indicando que se ejerce una fuerza de impacto del talón más similar a la ejercida en el despegue del antepié que los sujetos del grupo control, lo que se corresponde con una marcha más normal.

El hecho de que en el grupo control prácticamente no se aprecie el pico que expresa la fuerza ejercida en el contacto del talón, indica una recepción más rápida del pie lo que puede indicar que el grupo control tiende a dejar caer la extremidad inferior parética mientras que el grupo intervención controla dicho movimiento. Esto puede ser debido a las técnicas practicadas en el grupo intervención de estimulación de la sensibilidad de la planta del pie parético (adaptada de Holland & Lynch-Ellerington, 2009; Lynch y cols., 2007; Paeth, 2006); y de entrenamiento de la coordinación del movimiento de la extremidad inferior parética: maniobra del medio puente (adaptada de Bobath, 1997; Fletcher, Cornall & Armstrong, 2009; Paeth, 2006), control de las posiciones intermedias de flexión de rodilla hacia la extensión (Bobath, 1997) junto con dorsiflexión activa de tobillo en el miembro inferior parético (Bale & Strand, 2008; Bobath, 1997).

El ADF también muestra diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor grupo en el coeficiente de ajuste 1 de las fuerzas mediolaterales en las pisadas desarrolladas con el miembro inferior no parético ( $F(1)=4,654$ ;  $p=0,035$ ;  $r=0,28$ ) con un tamaño del efecto próximo a medio. El CPF 1 de las fuerzas de reacción mediolaterales hace referencia a la magnitud de dichas fuerzas. Un aumento de las mismas está relacionado con un aumento de

la base de sustentación para ganar estabilidad, a consecuencia de la inestabilidad en la marcha (Vivas Broseta, 2014). La inestabilidad está asociada a un grado mayor de afectación funcional (Béseler Soto, 2006). Acorde a la Figura 84 la magnitud de la curva del grupo control es mayor que la del grupo intervención, es decir el valor de la fuerza aplicada en el plano frontal es mayor en el grupo control que en el grupo intervención. Lo que indica una búsqueda de base de sustentación aumentada por parte de los sujetos del grupo control en relación al de intervención y por tanto, una mejor estabilidad de marcha en este último grupo.

Este resultado es muy interesante y refuerza el observado en la prueba dinámica de los LE. Se recuerda que el desequilibrio estático y dinámico en el plano frontal es consecuencia postural específica del ictus y puede estar estrechamente relacionado con la dificultad en la traslación del peso durante la marcha (Dault y cols., 2003; Raja, Neptune & Kautz, 2012). Por lo que la mejor linealidad en la trayectoria del centro de presiones en el plano frontal en los LE, observada en el grupo intervención respecto al control, indica que las técnicas fisioterápicas extra añadidas en este grupo facilitan la recuperación de la estabilidad postural en bipedestación tras ictus y parecen estar relacionadas con la recuperación mostrada por dicho grupo de tratamiento en las fuerzas de reacción mediolaterales. En este sentido, Olney & Richards (1996) observan, en sujetos sanos, un aumento simultáneo de la fuerza mediolateral del miembro inferior que inicia la fase de oscilación y un descenso de la misma en el miembro inferior de apoyo en una proporción aproximada de 4:1. En cambio, en sujetos tras ictus, revelan alteraciones en la coordinación entre ambos miembros inferiores. Así, cuando se transfiere el peso hacia el miembro inferior parético, el no parético contribuye en un 86% a dicho impulso resultando en una proporción 6:1 a costa de la extremidad no afectada; mientras que cuando transfieren el peso hacia el

miembro inferior no parético, muestran una proporción de 1:2,3 con una contribución del 70% de la extremidad no afectada (Olney & Richards, 1996). Por tanto, la mayor disminución de la curva mediolateral durante la fase de apoyo del miembro inferior no parético en el grupo intervención puede indicar una proporción más próxima a la normal con una mayor implicación del miembro inferior parético en la transferencia de peso. Hase y cols. (2011) también indican un mejor manejo de la dinámica lateral en el miembro inferior no parético al observar una tendencia de reducción de las fuerzas de reacción mediolaterales tras la intervención fisioterápica.

Diversos autores (Frykberg y cols., 2012; Mahon y cols., 2015; Meijer y cols., 2011; Raja, Neptune & Kautz, 2012) señalan que la marcha en sujetos con hemiplejía tras ictus no solo se caracteriza por una asimetría temporoespacial sino también por presentar alteraciones en la coordinación entre ambos miembros inferiores. Lógicamente, ambos aspectos se correlacionan. De tal forma que la hipertonía en la musculatura plantiflexora se considera principal causante de la asimetría en ictus crónico, esta se traduce en déficit de la coordinación bilateral debido a las diferencias en las órdenes motoras en ambos miembros inferiores. Además, también son relevantes para la coordinación normal de la marcha, los déficits sensoriales observados en el hemicuerpo parético, fundamentalmente la disminución en la propiocepción (Meijer y cols., 2011). Por lo que, se considera importante que las técnicas de rehabilitación se dirijan a mejorar estos aspectos (Frykberg y cols., 2012; Peterson y cols., 2010b). De hecho, Brock y cols. (2011) destacan la importancia del control del movimiento selectivo para la producción de secuencias coordinadas de movimiento y la contribución de las entradas sensoriales para el control motor y la recuperación de la marcha. Por tanto, cabe destacar que las técnicas fisioterápicas aplicadas en esta tesis consideran todos estos objetivos (prevenir

la hipertonía de tríceps sural, mejorar la propiocepción y la sensibilidad del miembro inferior parético, controlar el movimiento selectivo) y algunos de ellos se refuerzan en las técnicas extra llevadas a cabo por el grupo intervención (sensibilidad planta del pie parético y control del movimiento selectivo) por lo que es probable que las diferencias observadas en la dinámica de recuperación de las fuerzas de reacción mediolaterales a favor de este grupo también indiquen una mejor coordinación de ambos miembros inferiores. Esta idea se refuerza porque al finalizar el estudio (en F8) también se observa una mayor simetría estadísticamente significativa en el tiempo de apoyo del grupo intervención respecto al control.

Cabe indicar que algunos autores apuntan que las técnicas dirigidas a mejorar la simetría de carga durante la marcha deben ser específicas a la tarea (Brunt, Vander Linden & Behrman, 1995). En este sentido, las técnicas de traslación del peso del cuerpo al miembro inferior parético en bipedestación (Carr & Shepherd, 2004; Davies, 2002; Duncan y cols., 2003; Rose, 2005) llevadas a cabo en el grupo intervención pueden haber sido claves para lograr una mejor dinámica de recuperación de la marcha respecto al grupo control.

Por último, indicar que según el ADF los sujetos de ambos grupos de tratamiento experimentan una mejoría significativa tras la intervención fisioterápica en las fuerzas de reacción anteroposteriores de las pisadas realizadas con el miembro inferior no parético. Así, se observan diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor tiempo en el coeficiente de ajuste 1 de estas fuerzas en la extremidad inferior no parética, con un tamaño del efecto próximo a medio, ( $F(4)=3,511$ ;  $p=0,013$ ;  $r=0,25$ ). Dicho coeficiente de ajuste explica si la morfología de la fuerza anteroposterior presenta un pico de fuerza anterior de frenado al inicio de la pisada y un pico de fuerza posterior al final como es característico del patrón de marcha normal o si, por el contrario, la morfología

es aplanada y no muestra estos picos, lo que clínicamente se correspondería con una marcha menos vigorosa tanto en el momento del apoyo del talón como en el momento del despegue del antepié (Vivas Broseta, 2014). Según estudios previos, las características descritas por el CPF 1 de las fuerzas anteroposteriores son un buen indicador del grado de recuperación de la marcha (Béseler Soto, 2006; Bowden y cols., 2006).

El hecho de que las diferencias estadísticamente significativas en la dinámica de recuperación de las fuerzas de reacción anteroposteriores se hayan encontrado en el miembro inferior no parético puede ser debido a que la recuperación de la capacidad de control del peso corporal sobre el miembro inferior parético facilita que el no parético genere una mejor fuerza de propulsión (Hase y cols., 2008; Peterson y cols., 2010a). Esta hipótesis es congruente con el resultado obtenido en las fuerzas de reacción mediolaterales (Brunt, Vander Linden & Behrman, 1995) que apuntan a una mejor recuperación de la coordinación en la transferencia del peso corporal entre ambas extremidades inferiores (Hase y cols., 2011). Asimismo, existe coherencia entre los resultados del análisis post-hoc de las fuerzas anteroposteriores en el miembro inferior no parético que muestra diferencias estadísticamente significativas entre las fases F4 y F8 ( $p=0,044$ ) y F5 y F8 ( $p=0,035$ ) con la mejoría observada en las últimas fases de evaluación de las fuerzas de reacción verticales en el miembro inferior parético del grupo intervención.

Dado que el CPF 1 en las fuerzas de reacción verticales está muy relacionado con el CPF 1 de las fuerzas anteroposteriores (Vivas Broseta, 2014), que la mejoría observada en las fuerzas de reacción anteroposteriores del suelo se produzca en todos los sujetos, independientemente del grupo de tratamiento, puede deberse a que como se observa en las curvas medias de recuperación de las fuerzas de reacción verticales del suelo (Figura 85) ambos grupos mejoran aunque la

recuperación del grupo intervención es significativamente mayor. Además, todos los sujetos entrenan técnicas de fortalecimiento del músculo tibial anterior del miembro inferior parético: subir escaleras y rampa (Carr & Shepherd, 2004; Carr & Shepherd, 2012; Duncan y cols., 2003; Mudge, Barber & Stott, 2009), y marcha con obstáculos (Ada, Dean & Mackey, 2006; Carr & Shepherd, 2012; Marigold y cols., 2005; Shumway-Cook & Woollacott, 2012). La ausencia de actividad de este músculo, se relaciona con la incapacidad para generar fuerzas en la extremidad inferior parética durante la fase de oscilación que contribuyen con la progresión hacia delante del CMC (Brunt, Vander Linden & Behrman, 1995; Kumar, Chakrapani & Kedambadi, 2016). Cabe indicar que a partir del cuarto mes tras ictus (F6) el 50% de los sujetos en ambos grupos de tratamiento presenta la máxima valoración en la fuerza muscular del músculo tibial anterior (MMT=5). Asimismo, Brunt y cols. (1995) observan en sujetos con ictus crónico que la mejoría en la actividad del músculo tibial anterior se relaciona con una mayor simetría en la carga de peso y con mejoría en las fuerzas de reacción anteroposteriores. Del mismo modo, la actividad de los músculos plantiflexores está asociada con la generación de propulsión por el miembro inferior parético (Turn y cols., 2007), lo que también puede haber influido en la mejoría de las fuerzas de reacción anteroposteriores a lo largo del tiempo ya que todos los sujetos realizan técnicas específicas de fortalecimiento de tríceps sural.

Por otro lado, indicar que las fuerzas de reacción anteroposteriores en sujetos sanos son bilateralmente simétricas, mientras que en sujetos con hemiplejía tras ictus se indican importantes asimetrías (Turns, Neptune & Kautz, 2007). En esta tesis, sin embargo, existe simetría en las fuerzas de frenado y propulsión entre ambos miembros inferiores tanto en la fase de evaluación inicial (F4) como en la final (F8). Respecto a la fuerza de frenado, no se muestran diferencias en F4 entre el miembro inferior parético (Mdn=39,26N) y el no parético (Mdn=36,12N;

U=37,000; p=0,757; r=-0,07), tampoco se observan diferencias en F8 entre el miembro inferior parético (Mdn=49,96N) y el no parético (Mdn=56,49N; U=30,000; p=0,834; r= -0,05). En relación a la fuerza de propulsión, de manera similar, no se detectan diferencias en la fuerza de propulsión del miembro inferior parético (Mdn=29,52N) y el no parético (Mdn=24,87N) en F4 (U=33,000; p=0,508; r=-0,16) y tampoco se muestran diferencias en F8 entre el miembro inferior parético (Mdn=39,18N) y el no parético (Mdn=32,24N; U=29,000; p=0,753; r=-0,08).

Para finalizar este apartado de resultados en la actividad de marcha, cabe remarcar que los resultados de nuestro trabajo son muy interesantes ya que muestran diferencias estadísticamente significativas en casi todos los CPFs que explican la mayor parte de la variabilidad en las fuerzas de reacción durante la marcha en sujetos con hemiplejía tras ictus en fase subaguda (Fz1, Fz2, Fz3, Fx1, Fy1), según resultados de Vivas Broseta, 2014. Asimismo, puesto que la marcha tras ictus tradicionalmente se caracteriza por velocidad lenta, calidad reducida e incapacidad para coordinar ambos miembros inferiores, cabe destacar la mejoría significativa observada por los sujetos del grupo intervención en dichos aspectos.

#### 4.2.5.3. Independencia en las AVD

En relación a la variable BI, cabe indicar que ambos grupos de tratamiento mejoran significativamente su independencia en las AVD ( $F(3)=127,644$ ;  $p<0,001$ ;  $r=0,86$ ). Dado que existe una asociación de BI con la edad de los sujetos y la fuerza muscular (Vivas Broseta, 2014), y considerando que la edad de los sujetos es homogénea (adultos mayores) y que se observa una mejoría significativa en la fuerza muscular de todos los grupos musculares analizados en el miembro inferior parético, se trata de un resultado razonable.

En la actualidad, BI es la prueba más empleada para la medición de la independencia en las AVD, sin embargo, varias versiones de BI están en circulación, lo que dificulta su uso general y la comparación válida de esta medida (Kwakkel y cols., 2011). Así, aunque diversos ECAs la emplean en las fases aguda y subaguda de la rehabilitación de la hemiplejía tras ictus (Askim y cols., 2010; Cumming y cols., 2011; Galvin y cols., 2011; Holmgren y cols., 2010; van Vliet, Lincoln & Foxall, 2005; Xue y cols., 2006) solo dos utilizan la misma versión que en esta tesis (Askim y cols., 2010; Galvin y cols., 2011). En el caso del estudio llevado a cabo por Askim y cols. (2010) no es posible comparar resultados con los del presente trabajo ya que no hay coincidencia en las fases de evaluación. Galvin y cols. (2011) coinciden con el presente trabajo en que la intervención fisioterápica se inicia durante la fase de hospitalización, aunque con un periodo de intervención de solo ocho semanas, pero el momento de admisión de los participantes concuerda aproximadamente con la fase de inicio de la fisioterapia en gimnasio (F3) y la evaluación final con F5, facilitando así la confrontación de resultados. Cabe indicar que incluyen individuos a partir de dieciocho años por lo que la edad media de los sujetos es menor en el estudio de Galvin y cols. (2011), lo que puede influir en una puntuación inicial media (F3) de BI superior (grupo control:  $65,5 \pm 27,9$ ; grupo experimental:  $56,3 \pm 27$ ) respecto a la de nuestros participantes (grupo control:  $37,0 \pm 22,0$ ; grupo experimental:  $39,5 \pm 20,1$ ). Sin embargo, los protocolos fisioterápicos llevados a cabo en el presente trabajo demuestran un cambio de puntuación superior en BI. Así, el grupo control de Galvin y cols. (2011) experimenta un aumento medio de puntuación de 16,3 puntos y el grupo experimental de 32,3 puntos frente a un cambio de 38 puntos en el grupo control y 40 en el grupo intervención en los sujetos de la presente tesis. Aunque en la evaluación final, los sujetos del estudio de Galvin y cols. (2011) acaban con una puntuación media más alta (grupo



control:  $81,8 \pm 18,7$ ; grupo experimental:  $88,5 \pm 15,6$ ), que los nuestros (grupo control:  $75,0 \pm 15,0$ ; grupo experimental:  $79,5 \pm 20,3$ ). En este punto es interesante recordar que en la variable BBS se parte de una situación similar y sin embargo, nuestros participantes no solo tienen un cambio de puntuación mayor sino que a los tres meses del ictus alcanzan la puntuación media de los sujetos de Galvin y cols. (2011), lo que puede evidenciar, por un lado, la ya indicada relación entre edad e independencia en las AVD y por otro, la importancia del objetivo de las técnicas fisioterápicas empleadas ya que en la presente tesis se enfatizan las técnicas orientadas a la recuperación del equilibrio mientras que en el programa llevado a cabo por estos autores se pone énfasis en mejorar la estabilidad, la velocidad de marcha y la fuerza de las extremidades inferiores (asociada a BI) y además, cuenta con la participación de los familiares lo que puede haber producido una mayor transferencia de la intervención en el domicilio.

Por otro lado, indicar que los resultados observados coinciden con Vivas Broseta (2014) ya que las principales mejoras en BI se producen también, como en el equilibrio, en los tres primeros meses, aunque en esta variable continúan hasta los seis meses. Así, el 73% de los participantes mejora su puntuación del tercer al sexto mes tras ictus, 26% en el grupo control y 47% en el de intervención. De ahí que los resultados de las pruebas post-hoc constaten que, del tercer al sexto mes tras ictus, solo el grupo intervención mejora significativamente su independencia en las AVD ( $p=0,047$ ). Asimismo, cabe indicar que al sexto mes tras ictus (F8), excepto un sujeto del grupo intervención que revela 55 puntos, el resto alcanza una puntuación  $\geq 75$ , lo que corresponde a una puntuación media final de  $86,0 \pm 9,36$  en el grupo control y  $89,5 \pm 14,4$  en el grupo intervención. Puntuación muy similar a los 89,26 puntos de media observados por Vivas Broseta (2014) en una muestra de 30 individuos de características similares aunque incluyendo sujetos a partir de los dieciocho años de edad. Valores

superiores a 85 puntos en BI representan independencia con asistencia menor que puede ser razonablemente proporcionada en la comunidad (Quinn, Langhorne & Stott, 2011).

#### 4.2.5.4. Movilidad

Respecto a la variable TUG cabe recordar que, en el presente estudio, este test se realiza siempre sin ayuda técnica por lo que, la mayoría de sujetos lo ejecutan con seguridad a partir del tercer mes tras ictus. Así, en el análisis estadístico se tienen en cuenta las fases de evaluación comprendidas entre el tercer y sexto mes tras ictus (F5 a F8). En ninguna de esas fases hay diferencias entre grupos en la puntuación media del test ( $F(1)=0,775$ ;  $p=0,394$ ;  $r=0,23$ ). Además, se observa que, tras el tratamiento fisioterápico, tanto los sujetos del grupo intervención como los del control reducen significativamente el tiempo empleado en su ejecución ( $F(3)=3,557$ ;  $p=0,022$ ;  $r=0,28$ ). Asimismo, hay una interacción significativa en los factores tiempo y grupo de tratamiento, con un tamaño del efecto medio ( $F(3)=4,703$ ;  $p=0,006$ ;  $r=0,32$ ), de tal forma que los sujetos del grupo intervención muestran una mayor disminución en el tiempo de realización del test ( $p=0,019$ ) entre el cuarto y el quinto mes tras ictus.

Este test pone a prueba la secuenciación de varias habilidades importantes de movilidad física, tales como levantarse y sentarse, caminar en línea recta y girar; transiciones que requieren control del equilibrio dinámico (Mancini & Horak, 2010; Salter y cols., 2005). Sin embargo, presenta como limitación que no es posible separar los subcomponentes de equilibrio y marcha. De hecho, el test TUG muestra una elevada correlación con los parámetros del centro de presiones (Sawacha y cols., 2013) y otros autores apuntan que su desempeño en un tiempo reducido es indicación de mejoría en la fuerza de los músculos plantiflexores y de la capacidad y resistencia de marcha (Kim y cols., 2012b; Wevers y cols., 2009).

A pesar de que ambos grupos de tratamiento realizan técnicas de fortalecimiento de la musculatura plantiflexora y de reeducación de la marcha, solo el grupo intervención muestra una disminución significativa en el tiempo de realización de la prueba entre el cuarto y el quinto mes tras ictus. Por tanto, la mejoría estadísticamente significativa que se produce en el grupo intervención, no detectada en el grupo control, puede deberse a que la mayoría de sujetos del grupo intervención, a partir del cuarto mes tras ictus realiza las técnicas fisioterápicas extra comprendidas en el nivel funcional de mayor dificultad (SedHS=5, BipHS=5, FACHS=3-5). Así, quizá la introducción de técnicas de entrenamiento del equilibrio reactivo (bipedestación en tabla inestable) junto con el trabajo de disociación de los movimientos de la cabeza respecto al tronco con ojos cerrados y pies juntos, puede haber facilitado el subcomponente de giro del TUG conforme apuntan Bonnyaud y cols. (2016). Es decir, girar es una acción compleja, en la que la rotación de la cabeza y del tronco en el plano transversal son de vital importancia para buscar y alinearse con la nueva dirección (Hulbert y cols., 2015). Los sujetos con secuelas de ictus pueden presentar escasa disociación entre cabeza, tronco y miembros inferiores, perdiendo la secuencia de movimiento cráneo-caudal normal que se emplea para girar al caminar (Patla, Adkin & Ballard, 1999). Otros autores también relacionan el porcentaje de tiempo de apoyo monopodal con el subcomponente de giro del TUG (Bonnyaud y cols., 2015), cabe recordar que técnicas de apoyo monopodal sobre el miembro inferior parético se entrenan en el grupo intervención.

Por otro lado, emplear un tiempo igual o mayor a catorce segundos en la realización de este test es indicativo de un riesgo más alto de caídas (Kim y cols., 2012b). Lo que resulta de interés ya que a los tres meses tras ictus, el 90% de los participantes del grupo intervención y el 37,5% de los del de control, tardaron catorce segundos o más en realizar el test. Sin embargo, al finalizar el

tratamiento, el 40% en ambos grupos de tratamiento tardó catorce segundos o más, por lo que la proporción de sujetos con riesgo a sufrir caídas disminuyó en el grupo intervención y se mantuvo en el control.

Dada su facilidad de realización, el TUG es un test de evaluación ampliamente utilizado (Mancini & Horak, 2010), encontrándose diversos ECAs que lo emplean como variable de resultado en las fases aguda o subaguda (Bae y cols., 2015; Chan, Chan & Au, 2006; Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009; Renner y cols., 2016). Sin embargo, se encuentran ciertas dificultades a la hora de comparar resultados ya que en el caso de Bae y cols. (2015) evalúan en los periodos que corresponden con F3 y F4 de esta tesis, mientras que la mayoría de sujetos de la misma no puede realizar este test hasta F5, esto es debido a que los sujetos del presente trabajo presentan mayor gravedad tras ictus que los seleccionados por Bae y cols. (2015) ya que contemplan como criterio de inclusión en el estudio la capacidad de mantener el equilibrio en bipedestación y de caminar más de diez metros de manera independiente. Algo similar sucede con el estudio de Renner y cols. (2016) ya que estos solo incluyen sujetos con capacidad para mantenerse en bipedestación de manera independiente y una puntuación en FAC igual o superior a 2 (marcha asistida por una persona).

Por el contrario, en el estudio de Chan y cols. (2006), cuyos criterios de inclusión no contemplan un nivel funcional mínimo siempre que los sujetos puedan seguir indicaciones simples, los sujetos incluidos presentan un tiempo de ejecución medio del TUG mucho mayor (grupo experimental:  $60,5 \pm 22,3s$ ; grupo control:  $62,8 \pm 22,2s$ ) que los nuestros (grupo intervención:  $23,7 \pm 15,3s$ ; grupo control:  $16,3 \pm 7,4s$ ) en el tercer mes tras ictus. Así, tras un mes de fisioterapia convencional junto con un programa de reaprendizaje motor, los sujetos de su grupo experimental reducen de media 13,4 segundos, mientras que los de su control, que llevan a cabo fisioterapia convencional junto con un programa de

terapia convencional, disminuyen de media 4,6 segundos. Los cambios de puntuación medios observados por estos autores son mayores que los experimentados por nuestros sujetos (grupo intervención: -0,72s; grupo control: -1,38s). En ambos trabajos se llevan a cabo técnicas de reaprendizaje motor y de fisioterapia convencional, el mayor cambio en la puntuación obtenido por estos autores en relación a esta tesis puede deberse a que sus participantes comienzan el programa de fisioterapia a estudio a los tres meses tras ictus, mientras que en este trabajo, los sujetos inician los protocolos de fisioterapia desde el momento de estabilidad hemodinámica, por lo que al tercer mes tras ictus se encuentran mejor funcionalmente que los sujetos del estudio de Chan y cols. (2006), al igual que al cuarto mes. Es decir, aunque sus sujetos tienen una disminución mayor en el cambio de puntuación media de TUG, nuestros participantes realizan el test con una puntuación media inferior en las distintas fases de evaluación.

En este sentido, en el estudio llevado a cabo por Langhammer y cols. (2009) en el que también admiten a los participantes en la fase de estabilidad hemodinámica realizando un seguimiento durante el primer año tras ictus, cabe decir que el tiempo empleado en realizar el test a los tres meses tras ictus por los sujetos de este estudio (grupo experimental: 11,4±9,2s; grupo control: 8,9±3,5s) es más similar al empleado por nuestros participantes (grupo intervención: 23,7±15,3s; grupo control: 16,3±7,4s) que el empleado por los sujetos del estudio de Chan y cols. (2006), por lo que se aprecia la importancia de iniciar la fisioterapia específica e intensiva en la fase de estabilidad hemodinámica. Desde los tres hasta los seis meses, sus sujetos experimentan una reducción en el tiempo de ejecución de 0,2 segundos de media en el grupo experimental y un aumento de 0,4 segundos de media en grupo control, respectivamente; mientras que, en el mismo periodo, en este trabajo se produce una disminución media en la realización del test de 5,65 y 1,36 segundos en los

grupos intervención y control, respectivamente. Es decir, la reducción de tiempo medio experimentado por los sujetos al realizar el TUG es mayor en esta tesis que en el estudio de Langhammer y cols. (2009), aunque el tiempo medio final de ejecución (grupo experimental:  $11,6 \pm 9,5s$ ; grupo control:  $9,3 \pm 5,4s$ ) es mejor en dicho estudio que en nuestros participantes (grupo experimental:  $18,1 \pm 16,0s$ ; grupo control:  $15,0 \pm 7,0s$ ). Dado que los protocolos empleados en el presente trabajo demuestran superioridad para recuperar el equilibrio (BBS) frente a los empleados por Langhammer y cols. (2009), la mejor puntuación del TUG, a los tres y a los seis meses tras ictus, puede ser debida a que en esta tesis se realiza el test sin ninguna ayuda técnica y estos autores no especifican nada al respecto en su artículo, o a que en este estudio se evalúa el test solo en un subgrupo de pacientes que son capaces de realizar la prueba desde la admisión en el estudio, a las pocas semanas del ingreso tras ictus, por tanto con secuelas menos graves que nuestros participantes.

Asimismo, siguiendo la misma metodología que la empleada en este trabajo, Vivas Broseta (2014), observa un tiempo medio del TUG algo inferior al mostrado por nuestros participantes. Así, a los tres meses tras ictus, sus sujetos realizaron el test con un tiempo medio de  $18,7 \pm 11,5$  segundos y a los seis meses, de  $14,7 \pm 7,7$ . Esto puede deberse a que la media de edad de los participantes de su estudio es menor al del presente trabajo.

#### 4.2.5.5. Fuerza muscular e hipertonia

En referencia a la fuerza muscular se observa una mejoría estadísticamente significativa en ambos grupos de tratamiento en los músculos psoas ilíaco, cuádriceps y tibial anterior del miembro inferior parético ( $p < 0,001$ ), sin objetivar diferencias entre grupos ni en la interacción de los factores grupo y tiempo. Cabe decir que se trata de un resultado esperable puesto que ambos grupos de

tratamiento realizan por igual técnicas de fortalecimiento del miembro inferior parético, tanto analíticas como contenidas dentro de actividades funcionales (Bale & Strand, 2008; Cooke y cols., 2010). Estas técnicas se incluyen en el protocolo fisioterápico base dada la relevancia del fortalecimiento del miembro inferior parético en la recuperación del control postural en bipedestación relajada (Corriveau y cols., 2004; Fernandes y cols., 2015; Garland y cols., 2003; Onambele, Narici & Maganaris, 2006), la simetría del paso (Ambrosini y cols., 2016; Verbeek y cols., 2014), la velocidad de marcha (Mehta y cols., 2012b; Tung y cols., 2010), la movilidad física (Kim y cols., 2012b; Wevers y cols., 2009) y la independencia en las AVD (Vivas Broseta, 2014).

En congruencia con Vivas Broseta (2014) que estudia una muestra de treinta sujetos hemipléjicos con características similares a los de este trabajo, la mejoría estadísticamente significativa en la fuerza en los tres músculos explorados se produce hasta F4 (un mes del inicio de la fisioterapia en el gimnasio). En esta fase, el 50% de los sujetos del grupo intervención y el 25% del de control presentan la máxima puntuación en MMT de los músculos cuádriceps y tibial anterior, pero solo un 10% de sujetos del grupo control y un 20% del de intervención logran esta puntuación de 5 en el músculo psoas ilíaco. A los seis meses, aunque sin ser estadísticamente significativas, se observan algunas mejorías, el 50% de los sujetos en ambos grupos presenta la puntuación máxima en el MMT de los músculos cuádriceps y tibial anterior, y el 40% de los participantes en ambos grupos de tratamiento muestra una fuerza de 5 en MMT del músculo psoas ilíaco.

Resulta complicado comparar los resultados de esta variable con otros autores ya que aunque el MMT es un test ampliamente utilizado en clínica, en investigación se suele emplear la dinamometría como herramienta para determinar la fuerza muscular (Akbari y Karimi, 2006; Bale & Strand, 2008; Cooke

y cols., 2010; Pang & Eng, 2008). Sin embargo, es interesante indicar que los resultados de esta tesis son congruentes con los de otros autores (Bale & Strand, 2008; Cooke y cols., 2010) que observan un aumento de la fuerza muscular de los músculos cuádriceps e isquiotibiales del miembro inferior parético al aplicar una intervención fisioterápica en las fases aguda y subaguda, sin detectar diferencias estadísticamente significativas entre grupos (entrenamiento funcional de fuerza frente a concepto Bobath).

En nuestro trabajo se asocian ambos enfoques de fisioterapia y en lugar de evaluar la fuerza de los músculos isquiotibiales, se estudian los músculos psoas ilíaco y tibial anterior junto con cuádriceps. De estos tres músculos, el tibial anterior es el que inicialmente presenta de media menor fuerza (grupo intervención:  $2,40 \pm 1,27$ ; grupo control:  $1,50 \pm 1,60$ ) y tras la intervención, logra un aumento medio mayor de la misma (grupo intervención:  $4,30 \pm 0,82$ ; grupo control:  $4,25 \pm 1,17$ ) lo que supone un resultado interesante para la recuperación de la marcha ya que la actividad de este músculo facilita la fase de balanceo y previene el típico patrón de pie plano en el apoyo (von Schroeder y cols., 1995).

Por otro lado, aparte de la importancia de incluir el entrenamiento de fuerza en la intervención fisioterápica de las personas con secuelas de ictus (Hebert y cols., 2016), cabe destacar que los resultados de esta tesis, concuerdan con otros autores en que este entrenamiento no aumenta el tono muscular evaluado con MAS (Verbeek y cols., 2014; Fernandes y cols., 2015; Hebert y cols., 2016). Es decir, al igual que en otros estudios llevados a cabo en las fases aguda y subaguda (Langhammer, Stanghelle & Lindmark, 2009; van Vliet, Lincoln & Foxall, 2005; Vivas Broseta, 2014), no se muestran diferencias estadísticamente significativas en esta variable a lo largo de las fases de evaluación, ni entre grupos, ni en la interacción. Cabe destacar que a lo largo de los seis meses del estudio la mayoría de participantes presentan una puntuación de 0 (sin aumento del tono muscular)



en los tres grupos musculares estudiados. Solo un sujeto del grupo intervención alcanza la puntuación de 3 (aumento considerable del tono muscular) en el músculo cuádriceps pero al finalizar el estudio su tono es normal (MAS=0). Del mismo modo, a los seis meses tras ictus, la mayoría de sujetos presenta un tono normal en los tres grupos musculares, excepto una persona del grupo intervención y otra del control que presentan un ligero aumento del tono en el músculo tríceps sural (MAS=1) y tres personas del grupo control que experimentan este ligero aumento del tono en el cuádriceps (MAS=1).

Puesto que, según la literatura científica, la espasticidad surge a partir de un mes después del ictus y tiende a aumentar a medida que pasa el tiempo (Triandafilou & Kamper, 2014) es de vital importancia actuar en la fase aguda y subaguda con técnicas fisioterápicas apropiadas para prevenir o minimizar su aparición. Así, en el protocolo base de esta tesis se incluyen técnicas de estiramiento y ejercicios precoces con carga del peso corporal en el miembro inferior parético que pueden haber contribuido al mantenimiento de un tono normal en los participantes de este trabajo. De hecho, el estiramiento repetido de tríceps sural puede reducir la rigidez del tobillo y aumentar su recorrido articular en sujetos con secuelas de ictus (Gao y cols., 2011). Además, los sujetos en fase subaguda de recuperación muestran efectos más duraderos, así como un impacto acumulativo de las sesiones de estiramiento diarios en relación a los individuos en fase crónica (Triandafilou & Kamper, 2014). Por lo que puede que las técnicas de intervención aplicadas en el protocolo base del presente trabajo sean influyentes en determinar un aumento del tono menos firmemente establecido y más susceptible de intervención.

### **4.3. Aportación del estudio e implicación clínica e investigadora de los hallazgos**

Esta tesis presenta diversas novedades respecto a la literatura científica actual. En primer lugar, según nuestro conocimiento es el primer ECA en estudiar el efecto de un protocolo de fisioterapia, adecuado al nivel clínico-funcional de la persona mayor con hemiplejía tras ictus, durante los seis primeros meses del mismo, con el objetivo de mejorar el equilibrio y la marcha. Otras intervenciones fisioterápicas estudiadas no son específicas para las personas mayores, se llevan a cabo en la fase crónica y/o presentan un periodo corto de intervención.

Por tanto, en el ámbito clínico el presente trabajo aporta un protocolo fisioterápico de probada evidencia compuesto por técnicas claramente descritas y sencillas de aplicar en el gimnasio de fisioterapia ya que no requieren de material tecnológico. Algunos autores indican que cada persona es diferente y que se debe seguir un enfoque fisioterápico de solución de problemas en lugar de determinar protocolos estandarizados (Stevenson, 2001). En este sentido, cabe indicar que, sin perder de vista las particularidades de cada persona y de su entorno, este protocolo presenta múltiples ventajas que le aproximan a un enfoque personalizado. Por un lado se adapta a las características particulares de cada individuo porque se basa en criterios clínico-funcionales; y por otro, aborda como objetivo uno de los principales problemas de las personas con hemiplejía tras ictus en las fases aguda y subaguda: la recuperación de la marcha. Asimismo, las técnicas propuestas se pueden llevar a cabo por cualquier fisioterapeuta, lo que facilita la rápida transmisión a la práctica clínica de una intervención fisioterápica basada en la evidencia científica. Del mismo modo, se indica claramente la progresión del tratamiento fisioterápico por lo que también facilita un seguimiento adecuado del sujeto durante los seis primeros meses tras ictus.

En segundo lugar, las técnicas extra aplicadas en el grupo intervención demuestran un efecto significativo en la recuperación del equilibrio y la marcha. Por tanto, en el ámbito clínico se deberían incluir en el tratamiento fisioterápico de todas las personas mayores con secuelas de hemiplejia tras ictus durante las fases aguda y subaguda.

En tercer lugar, en el ámbito científico, esta tesis permite analizar el efecto de técnicas específicas claramente descritas, problema de gran relevancia actual en el campo de la fisioterapia neurológica (Pollock y cols., 2014). Es decir, gracias al empleo de las Clasificaciones Funcionales de Sedestación (Iñigo Huarte y cols., 2007), Bipedestación (García y cols., 2010) y Marcha (Viosca y cols., 2005a; Viosca y cols., 2005b) del Hospital de Sagunto se consigue concretar de forma sencilla la situación funcional de la persona y a partir de ahí determinar las técnicas fisioterápicas que se quieren estudiar en base a la situación clínico-funcional de los participantes. Esta metodología también puede ser útil para estudiar el efecto de determinadas técnicas fisioterápicas en otras patologías neurológicas, no solo en el ictus.

Por último, cabe destacar como aportación científica el novedoso análisis estadístico empleado en este trabajo. Conforme se explica en el apartado 4.2.4. el ADF demuestra ser muy apropiado cuando la variabilidad en la recuperación de los participantes de un estudio es importante, como en el caso de los sujetos tras ictus, permitiendo detectar diferencias en las dinámicas de recuperación que no se pueden observar por los métodos tradicionales. En este sentido, el presente estudio contribuye en el ámbito científico porque presenta una nueva metodología del ADF que demuestra una mejor aproximación al problema frecuente de sesiones de valoración faltantes, especialmente al inicio o al final del periodo de evaluación. Para ello el cálculo de los CPFs se realiza mediante

optimización, utilizando la PSMC (Belda-Lois & Sánchez-Sánchez, 2015; Knoll & Keyes, 2004).

#### **4.4. Limitaciones del estudio.**

Una de las limitaciones de este estudio es que la generalización de los resultados es difícil debido al pequeño tamaño muestral. Puesto que se trata de un estudio piloto se seleccionó una muestra de conveniencia que contempló treinta participantes, aunque solo veinte finalizaron el estudio y fueron incluidos en el análisis estadístico. A partir de los datos obtenidos en este estudio se calcula un tamaño muestral definitivo con adecuado poder estadístico. Así, considerando como resultado primario la variable BBS y aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un riesgo beta de 0,2 en el contraste bilateral, se precisan dieciséis sujetos en el primer grupo y dieciséis en el segundo para detectar una diferencia igual o superior a 5 puntos. Según datos obtenidos en esta tesis, se asume que la desviación estándar común es de 4,033 y se estima una tasa de pérdidas de seguimiento del 33%.

Este estudio es novedoso por determinar el efecto de un protocolo de fisioterapia en la población mayor con secuelas de hemiplejía tras ictus. Sin embargo, los criterios de inclusión y exclusión determinan que la población seleccionada presente inicialmente una severidad de leve a moderada. Dichos criterios excluyen comorbilidades bastante frecuentes en la tercera edad como ceguera, ser portador de alguna prótesis articular, alteración severa de la sensibilidad y trastorno cognitivo grave. Asimismo, los sujetos perdidos por ingresar en una residencia tras el alta hospitalaria no se tienen en cuenta en el análisis estadístico. Por tanto, la generalización de los resultados de esta tesis a toda la población mayor es difícil ya que los sujetos que participan en este

estudio representan un grupo poblacional de personas mayores con secuelas leves o moderadas tras ictus, sin comorbilidad importante y con apoyo familiar.

Por último, cabe indicar que la literatura científica actual reconoce que las personas con secuelas tras ictus al realizar una tarea motora y cognitiva simultáneamente presentan una reducción en el rendimiento de una o de ambas tareas (interferencia cognitivo-motora) bien porque las tareas comparten los mismos recursos de atención o bien porque estos están limitados (Subramaniam, Wan-Ying Hui-Chan & Bhatt, 2014). Sin embargo, aunque en este estudio se excluyen los sujetos con trastorno cognitivo grave, el deterioro cognitivo de los participantes no se evalúa. Es probable que el diseño aleatorizado del estudio haya homogeneizado esta variable en ambos grupos, pero este aspecto en concreto no se ha controlado.

#### **4.5. Directrices para futuras investigaciones**

En el futuro, con el fin de generalizar los resultados, sería interesante continuar con esta línea de investigación de tal forma que se pudieran determinar los efectos del protocolo propuesto, en una muestra de personas mayores de cincuenta y cinco años de edad con un mayor grado de severidad. Además, sería relevante determinar el efecto del protocolo subdividiendo a la muestra por grupos de edad.

Asimismo, se recomienda incluir un tercer grupo de tratamiento que combine las técnicas extra del grupo intervención junto con entrenamiento en dobles tareas cognitivas según recomiendan otros autores (Jiejiao y cols., 2012).

Por otro lado, se considera oportuno determinar el efecto del protocolo a largo plazo, añadiendo una evaluación al año tras ictus con el fin de determinar si la mejoría significativa del grupo intervención perdura en el tiempo. En este

sentido, es interesante determinar estrategias que aumenten el compromiso de las personas en fase crónica tras ictus con estilos de vida activos y saludables, por lo que se debe examinar la unión de la metodología de esta tesis con soporte de telerrehabilitación. En la misma línea, pero considerando las fases aguda y subaguda tras ictus, es relevante explorar esta metodología en sujetos que reciban un alta temprana con apoyo profesional en el domicilio para lo que se deben determinar pautas a la familia y/o cuidador más protocolizadas y con registro de actividades.

Por último, el desarrollo y estudio de un protocolo similar con el objetivo de recuperar la funcionalidad en la extremidad superior parética tendría una gran relevancia clínica.

#### **4.6. Consideraciones finales**

Aunque la recuperación espontánea tiene lugar durante la fase subaguda, la evidencia científica demuestra una recuperación significativa cuando se lleva a cabo una intervención fisioterápica frente al placebo (Pollock y cols., 2014). Por otro lado, la determinación del efecto de técnicas de fisioterapia convencional en el equilibrio y la marcha es un tema de gran relevancia actual. Por tanto, en base a los resultados obtenidos en la presente tesis, se recomienda la aplicación del protocolo base descrito en este estudio, en combinación con las técnicas fisioterápicas extra aplicadas en el grupo intervención, para recuperar el equilibrio y la marcha en sujetos mayores de cincuenta y cinco años con hemiplejía tras ictus durante las fases aguda y subaguda.



# CONCLUSIONS

---





## **5. CONCLUSIONS**

FIRST. The proposed intervention protocol significantly improves balance in the elderly with hemiplegia post-stroke in the acute and subacute phases. Furthermore, compared to the base protocol, it significantly increases postural stability in standing in the subacute phase.

SECOND.- The proposed intervention protocol shows a significant improvement in gait activity in the elderly with hemiplegia post-stroke in the acute and subacute phases. Compared to the base protocol, it also significantly increases gait speed, symmetry index and kinetic pattern during the stance phase of gait in the subacute phase.

THIRD.- The proposed intervention protocol significantly improves independence in ADL of the elderly with hemiplegia post-stroke in the acute and subacute phases. It also produces a significant improvement in physical mobility in the subacute phase compared to the base protocol.

FOURTH.- The proposed intervention protocol significantly increases muscle strength of the paretic lower limb without exacerbating its hypertonia and does not show any differences in these variables with respect to the base protocol in the elderly with hemiplegia post-stroke in the acute and subacute phases.

## **CONCLUSIONES**

PRIMERA. El protocolo de intervención propuesto mejora significativamente el equilibrio en personas mayores con hemiplejia tras ictus en las fases aguda y subaguda. Además, respecto al protocolo base, aumenta significativamente la estabilidad postural en bipedestación en la fase subaguda.

SEGUNDA.- El protocolo de intervención propuesto muestra una mejoría significativa de la actividad de marcha en personas mayores con hemiplejia tras ictus en las fases aguda y subaguda. En comparación con el protocolo base, también aumenta significativamente la velocidad de marcha, el índice de simetría y el patrón cinético durante la fase de apoyo de la marcha en la fase subaguda.

TERCERA.- El protocolo de intervención propuesto mejora significativamente la independencia en las AVD de las personas mayores con hemiplejia tras ictus en las fases aguda y subaguda. Respecto al protocolo base, produce además una mejoría significativa en la movilidad física en la fase subaguda.

CUARTA.- El protocolo de intervención propuesto incrementa significativamente la fuerza muscular del miembro inferior parético sin exacerbar su hipertonia, no encontrándose diferencias en estas variables respecto al protocolo base, en las personas mayores con hemiplejia tras ictus en las fases aguda y subaguda.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abete, I., Arriola, L., Etxezarreta, N., Mozo, I., Moreno-Iribas, C., Amiano, P., . . . Dorronsoro, M. (2015). Association between different obesity measures and the risk of stroke in the EPIC spanish cohort. *European Journal of Nutrition*, 54(3), 365-375.
- Ada, L., Dean, C. M., & Mackey, F. H. (2006). Increasing the amount of physical activity undertaken after stroke. *Physical Therapy Reviews*, 11, 91-100.
- Adler, S. S., Beckers, D., & Buck, M. (2014). *PNF in practice: An illustrated guide* (4th. ed.). Berlin: Springer.
- Ahn, M. H., Ahn, C. S., & Kim, M. C. (2011). Effect of selective-task vs set-task program on balance and weight bearing of stroke patient. *Journal of physical therapy science*, 23(5), 707-711.
- Akbari, A., & Karimi, H. (2006). The effect of strengthening exercises on exaggerated muscle tonicity in chronic hemiparesis following stroke. *Journal of Medical Sciences*, 6(3), 382-388.
- Allison, R., & Dennett, R. (2007). Pilot randomized controlled trial to assess the impact of additional supported standing practice on functional ability post stroke. *Clinical rehabilitation*, 21(7), 614-619.
- Ambrosini, E., De Marchis, C., Pedrocchi, A., Ferrigno, G., Monticone, M., Schmid, M., . . . Ferrante, S. (2016). Neuro-mechanics of recumbent leg cycling in post-acute stroke patients. *Annals of biomedical engineering*, 44(11), 3238-3251.
- Arboix, A., Díaz, J., Pérez-Sempere, A., & Álvarez Sabín, J. (2006). Ictus: Tipos etiológicos y criterios diagnósticos. In E. Díez Tejedor (Ed.), *Guía para el diagnóstico y el tratamiento del ictus* (pp. 1-23). Barcelona: Prous Science.
- Arias Cuadrado, A. (2009). Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. *Galicia Clínica*, 70(3), 25-40.
- Arias-Rivas, S., Vivancos-Mora, J., & Castillo, J. (2012). Epidemiología de los subtipos de ictus en pacientes hospitalizados atendidos por neurólogos: Resultados del registro EPICES (I). *Revista de Neurología*, 54, 385-393.
- Armenta Peinado, J. A. (2003). Contribución del método brunstrom al tratamiento fisioterápico del paciente hemipléjico adulto. *Fisioterapia*, 25(Extra 1), 40-48.

- Arntzen, C., Borg, T., & Hamran, T. (2015). Long-term recovery trajectory after stroke: An ongoing negotiation between body, participation and self. *Disability and rehabilitation*, 37(18), 1626-1634.
- Askim, T., Mørkved, S., Engen, A., Roos, K., Aas, T., & Indredavik, B. (2010). Effects of a community-based intensive motor training program combined with early supported discharge after treatment in a comprehensive stroke unit: A randomized, controlled trial. *Stroke; a journal of cerebral circulation*, 41(8), 1697-1703.
- Ávila-Funes, J. A., Gray-Donald, K., & Payette, H. (2006). Measurement of physical capacities in the elderly: a secondary analysis of the Quebec longitudinal study NuAge. *Salud Pública de México*, 48(6), 446-454.
- Bachmann, S., Finger, C., Huss, A., Egger, M., Stuck, A. E., & Clough-Gorr, K. M. (2010). Inpatient rehabilitation specifically designed for geriatric patients: Systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ (Clinical research ed.)*, 340, c1718.
- Bae, Y. H., Ko, Y., Ha, H., Ahn, S. Y., Lee, W., & Lee, S. M. (2015). An efficacy study on improving balance and gait in subacute stroke patients by balance training with additional motor imagery: A pilot study. *Journal of physical therapy science*, 27(10), 3245-3248.
- Balaguer García, R., Pitarch Corresa, S., Baydal Bertomeu, J. M., & Morales Suárez-Varela, M. M. (2012). Posturografía estática con pruebas dinámicas. Utilidad de los parámetros biomecánicos en la valoración del paciente vestibular. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 63(5), 332-338.
- Bale, M., & Strand, L. I. (2008). Does functional strength training of the leg in subacute stroke improve physical performance? A pilot randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 22, 911-921.
- Bamford, J., Sandercock, P., Dennis, M., Burn, J., & Warlow, C. (1991). Classification and natural history of clinically identifiable subtypes of cerebral infarction. *The Lancet*, 337, 1521-1526.
- Barclay, R. E., Stevenson, T. J., Poluha, W., Ripat, J., Nett, C., & Srikesavan, C. S. (2015). Interventions for improving community ambulation in individuals with stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD010200.
- Batchelor, F. A., Hill, K. D., Mackintosh, S. F., Said, C. M., & Whitehead, C. H. (2009). The FLASSH study: Protocol for a randomised controlled trial evaluating falls prevention after stroke and two sub-studies. *BMC Neurology*, 9, 14.

- Baydal-Bertomeu, J. M., Barberà i Guillem, R., Soler-Gracia, C., Peydro de Moya, M F, Prat, J. M., & Barona de Guzmán, R. (2004). Determinación de los patrones de comportamiento postural en población sana española. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 55, 260-269.
- Baydal-Bertomeu, J. M., Viosca-Herrero, E., Ortuño-Cortés, M. A., Quinza-Valero, V., Garrido-Jaen, D., & Vivas Broseta, M. J. (2010). Estudio de la eficacia y fiabilidad de un sistema de posturografía en comparación con la escala de berg. *Rehabilitación*, 44(4), 304-310.
- Bayón, M., & Martínez, J. (2008). Plasticidad cerebral inducida por algunas terapias aplicadas en el paciente con ictus. *Rehabilitación*, 42(2), 86-91.
- Baztán, J. J., González, M., Morales, C., Vázquez, E., Morón, N., Forcano, S., & Ruipérez, I. (2004). Variables asociadas a la recuperación funcional y la institucionalización al alta en ancianos ingresados en una unidad geriátrica de media estancia. *Revista Clínica Española*, 204(11), 574-582.
- Baztán, J. J., Pérez del Molino, J., Alarcón, T., San Cristóbal, E., Izquierdo, G., & Manzarbeitia, I. (1993). Índice de barthel: Instrumento válido para la valoración funcional de pacientes con enfermedad cerebrovascular. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 28, 32-40.
- Beauchet, O., Fantino, B., Allali, G., Muir, S. W., Montero-Odasso, M., & Annweiler, C. (2011). Timed up and go test and risk of falls in older adults: A systematic review. *The journal of nutrition, health & aging*, 15(10), 933-938.
- Beaudoin, N., & Fleury, J. (1995). Techniques de rééducation neuromusculaire appliquées a l'accidenté vasculaire cérébral adulte. *Encyclopédie médico-chirurgicale*, 26-455-8-10, 1-9.
- Beguiristain, J. M., Mar, J., & Arrazola, A. (2005). Coste de la enfermedad cerebrovascular aguda. *Revista de Neurología*, 40(7), 406-411.
- Belda-Lois, J. M., & Sánchez-Sánchez, M. L. (2015). A new methodology for Functional Principal Component Analysis from scarce data. Application to stroke rehabilitation. In *37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 4602-4605). Milán, Italia: EMBS.
- Belda-Lois, J. M., Vivas-Broseta, M. J., Mena-del Horno, S., Sánchez-Sánchez, M. L., Matas, M., & Viosca, E. (2013). Functional data analysis for gait analysis after stroke. In J. L. Pons, D. Torricelli & M. Pajaro (Eds.), *Converting Clinical & Engineering Research on Neurorehabilitation* (pp. 775-779). Berlín: Springer.



- Bensoussan, L., Viton, J. M., Schieppati, M., Collado, H., Milhe de Bovis, V., Mesure, S., & Delarque, A. (2007). Changes in postural control in hemiplegic patients after stroke performing a dual task. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(8), 1009-1015.
- Bermejo Pareja, F., Porta-Etessam, J., Díaz Guzman, J., & Martínez-Martín, P. (2008). *Más de cien escalas en neurología* (2nd. ed.). Madrid: Aula Médica.
- Béseler Soto, M. R. (2006). *Estudio de los parámetros cinéticos de la marcha del paciente hemipléjico mediante plataformas dinamométricas* (PhD thesis). Facultat de Medicina i Odontologia. Valencia.
- Bisbe Gutiérrez, M., Santoyo Medina, C., & Segarra Vidal, V. T. (2012). *Fisioterapia en Neurología. Procedimientos para restablecer la capacidad funcional*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Blackburn, M., van Vliet, P., & Mockett, S., P. (2002). Reliability of measurements obtained with the modified ashworth scale in the lower extremities of people with stroke. *Physical Therapy*, 82(1), 25-34.
- Black-Schaffer, R. M., & Winston, C. (2004). Age and functional outcome after stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 11(2), 23-32.
- Błażkiewicz, M., Wiszomirska, I., & Wit, A. (2014). Comparison of four methods of calculating the symmetry of spatial-temporal parameters of gait. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 16(1), 29-35.
- Bobath, B. (2007). *Hemiplejía del adulto. Evaluación y tratamiento* (3rd. ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Bohannon, R. W. (2006). Reference values for the timed up and go test: A descriptive meta-analysis. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 29(2), 64-68.
- Boix, R., del Barrio, J. L., Saz, P., Reñé, R., Manubens, J. M., Lobo, A., . . . de Pedro-Cuesta, J. (2006). Stroke prevalence among the spanish elderly: An analysis based on screening surveys. *BMC Neurology*, 6(1), 36.
- Bonan, I. V., Colle, F. M., Guichard, J. P., Vicaut, E., Eisenfisz, M., Tran Ba Huy, P., & Yelnik, A. P. (2004a). Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(2), 268-273.
- Bonan, I. V., Hubeaux, K., Gellez-Leman, M. C., Guichard, J. P., Vicaut, E., & Yelnik, A. P. (2007). Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78(1), 49-55.

- Bonan, I. V., Yelnik, A. P., Colle, F. M., Michaud, C., Normand, E., Panigot, B., . . . Vicaut, E. (2004b). Reliance on visual information after stroke. Part II: Effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(2), 274-278.
- Bonito Gadella, J. C., Martínez Fuentes, J., & Martínez García, R. (2005). El ejercicio terapéutico cognoscitivo: Concepto perfetti. *Revista de Fisioterapia*, 4(1), 36-42.
- Bonnyaud, C., Pradon, D., Vaugier, I., Vuillerme, N., Bensmail, D., & Roche, N. (2016). Timed up and go test: Comparison of kinematics between patients with chronic stroke and healthy subjects. *Gait & Posture*, 49, 258-263.
- Bonnyaud, C., Pradon, D., Vuillerme, N., Bensmail, D., & Roche, N. (2015). Spatiotemporal and kinematic parameters relating to oriented gait and turn performance in patients with chronic stroke. *PLOS ONE*, 10(6), e0129821.
- Borel, L., & Alescio-Lautier, B. (2014). Posture and cognition in the elderly: Interaction and contribution to the rehabilitation strategies. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 44(1), 95-107.
- Bowden, M. G., Balasubramanian, C. K., Neptune, R. R., & Kautz, S. A. (2006). Anterior-posterior ground reaction forces as a measure of paretic leg contribution in hemiparetic walking. *Stroke*, 37(3):872-876.
- Bowden, M. G., Embry, A. E., & Gregory, C. M. (2011). Physical therapy adjuvants to promote optimization of walking recovery after stroke. *Stroke Research and Treatment*, 2011, 601416.
- Brauer, S. G., Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2001). The interacting effects of cognitive demand and recovery of postural stability in balance-impaired elderly persons. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, 56(8), M496.
- Brea, A., Laclaustra, M., Martorell, E., & Pedragosa, A. (2013). Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en España. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 25(5), 211-217.
- Brock, K., Haase, G., Rothacher, G., & Cotton, S. (2011). Does physiotherapy based on the bobath concept, in conjunction with a task practice, achieve greater improvement in walking ability in people with stroke compared to physiotherapy focused on structured task practice alone? A pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(10), 903-912.

- Brouwer, B., Parvataneni, K., & Olney, S. J. (2009). A comparison of gait biomechanics and metabolic requirements of overground and treadmill walking in people with stroke. *Clinical Biomechanics*, 24(9), 729-734.
- Brunnstrom, S. (1979). *Reeducación motora en la hemiplejía: Fundamentos neurofisiológicos*. Barcelona: JIMS.
- Brunt, D., Vander Linden, D. W., & Behrman, A. L. (1995). The relation between limb loading and control parameters of gait initiation in persons with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(7), 627-634.
- Bushnell, C., McCullough, L., Awad, I., Chireau, M., Fedder, W., Furie, K., . . . Walters, M. (2014). Guidelines for the prevention of stroke in women: A statement for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. *Stroke*, 45(5), 1545-1588.
- Cabanas-Valdés, R., Cuchi, G. U., & Bagur-Calafat, C. (2013). Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: A systematic review. *NeuroRehabilitation*, 33(4), 575-592.
- Cabañero-Martínez, M. J., Cabrero-García, J., Richart-Martínez, M., & Muñoz-Mendoza, C. L. (2009). The spanish versions of the barthel index (BI) and the katz index (KI) of activities of daily living (ADL): A structured review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 49(1), 77.
- Caetano Martins, J., Teixeira-Salmela, L. F., Tavares Aguiar, L., Castro e Souza, L A, Maria Lara, E., & Coelho de Moraes Faria, C D. (2015). Assessment of the strength of the trunk and upper limb muscles in stroke subjects with portable dynamometry: A literature review. *Fisioterapia em Movimento*, 28(1), 169-186.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2004). *Rehabilitación de pacientes en el ictus. Pautas de ejercicios y entrenamiento para optimizar las habilidades motoras*. Madrid: Elsevier.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2012). Optimizing functional motor recovery after stroke. In J. Mehrholz (Ed.), *Physical therapy for the stroke patient. Early stage rehabilitation* (pp. 51-135). New York: Thieme.
- Carrera, M., Rufino, A., Rodríguez, M., & y colaboradores. (2011). *Plan de atención al ictus en la Comunitat Valenciana 2011-2015*. Valencia: Generalitat Valenciana, Conselleria de Sanitat.

- Casillas, J. M. (2002). Gasto energético de la marcha In E. Viel (Ed.), *La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones* (pp. 153-168). Barcelona: Masson.
- Castilho Alonso, A., Luna, N., Mochizuki, L., Barbieri, F., Santos, S., & D'Andréia Greve, J. M. (2012). The influence of anthropometric factors on postural balance: The relationship between body composition and posturographic measurements in young adults. *CLINICS*, 67(12), 1433-1441.
- Cha, Y., Kim, Y., Hwang, S., & Chung, Y. (2014). Intensive gait training with rhythmic auditory stimulation in individuals with chronic hemiparetic stroke: A pilot randomized controlled study. *NeuroRehabilitation*, 35(4), 681-688.
- Champion, J., Barber, C., & Lynch-Ellerington, M. (2009). Recovery of upper limb function. In S. Raine, L. Meadows & M. Lynch-Ellerington (Eds.), *Bobath concept: Theory and clinical practice in neurological rehabilitation* (1st ed., pp. 154-81). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Chan, D. Y., Chan, C. C., & Au, D. K. (2006). Motor relearning programme for stroke patients: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 20(3), 191-200.
- Chen, C. L., Chen, F. F., Lin, C. H., Lou, S. Z., Chang, H. Y., & Yeung, K. T. (2015). Effect of anterior ankle-foot orthoses on weight shift in persons with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(10), 1795-1801.
- Chen, J. C., Lin, C. H., Wei, Y. C., Hsiao, J., & Liang, C. C. (2011). Facilitation of motor and balance recovery by thermal intervention for the paretic lower limb of acute stroke: A single-blind randomized clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(9), 823-832.
- Cho, K. H., Lee, K. J., & Song, C. H. (2012). Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 228(1), 69-74.
- Cho, K., Lee, K., Lee, B., Lee, H., & Lee, W. (2014). Relationship between postural sway and dynamic balance in stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(12), 1989-1992.
- Chou, C. Y., Chien, C. W., Hsueh, I. P., Sheu, C. F., Wang, C. H., & Hsieh, C. L. (2006). Developing a short form of the Berg Balance Scale for people with stroke. *Physical Therapy*, 86(2), 195-204.

- Chouhan, S., & Kumar, S. (2012). Comparing the effects of rhythmic auditory cueing and visual cueing in acute hemiparetic stroke. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 19(6), 344-351.
- Cid-Ruzafa, J., & Damián-Moreno, J. (1997). Valoración de la discapacidad física: El índice de barthel. *Revista Española de Salud Pública*, 71(2), 127-137.
- Cifuentes, C., Martínez, F., & Romero, E. (2010). Análisis teórico y computacional de la marcha normal y patológica: Una revisión. *Revista de la Facultad de Medicina*, 18(2), 182-196.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (2nd ed.). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.
- Collado Vázquez, S., Pascual Gómez, F., Álvarez Vadillo, A., & Rodríguez Rodríguez, L. P. (2003). Análisis de la marcha. Factores moduladores. *Revista Electrónica Biociencias*, 1, 1-22.
- Collin, C., & Wade, D. (1990). Assessing motor impairment after stroke: A pilot reliability study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 53(7), 576-569.
- Cooke, E. V., Tallis, R. C., Clark, A., & Pomeroy, V. M. (2010). Efficacy of functional strength training on restoration of lower-limb motor function early after stroke: Phase I randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(1), 88-96.
- Corriveau, H., Hébert, R., Raïche, M., & Prince, F. (2004). Evaluation of postural stability in the elderly with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(7), 1095-1101.
- Côté, R., Battista, R. N., Wolfson, C., Boucher, J., Adam, J., & Hachinski, V. (1989). The canadian neurological scale: Validation and reliability assessment. *Neurology*, 39(5), 638-643.
- Crocker, T., Forster, A., Young, J., Brown, L., Ozer, S., Smith, J., . . . Greenwood, D. C. (2013). Physical rehabilitation for older people in long-term care. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD004294.
- Cumming, T. B., Thrift, A. G., Collier, J. M., Churilov, L., Dewey, H. M., Donnan, G. A., & Bernhardt, J. (2011). Very early mobilization after stroke fast-tracks return to walking: Further results from the phase II AVERT randomized controlled trial. *Stroke*, 42(1), 153-158.

- Dault, M. C., de Haart, M., Geurts, A., Arts, I., & Nienhuis, B. (2003). Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients. *Human Movement Science, 22*(3), 221-236.
- Davies, P. M. (2002). *Pasos a seguir. Tratamiento integrado de pacientes con hemiplejía* (2nd. ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Daviet, J. C., Dudognon, P. J., Salle, J. Y., Munoz, M., Lissandre, J. P., Rebeyrotte, J., & Borie, J. M. (2002). Rééducation des accidentés vasculaires cérébraux. Bilan et prise en charge. *Encyclopédie médico-chirurgicale, 26-455-A-10*, 1-26.
- Daza Lesmes, J. (2007). Examen de la marcha. In J. Daza Lesmes (Ed.), *Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano* (pp. 259-303). Bogotá: Editorial Médica Panamericana.
- de Oliveira, C. B., de Medeiros, I., Frota, N., GreTERS, M. E., & Conforto, A. B. (2008). Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. *Journal of Rehabilitation Research & Development, 45*(8), 1215-1226.
- de Oliveira, R., Azevedo Cacho, E., & Borges, G. (2006). Post-stroke motor and functional evaluations: A clinical correlation using fugl-meyer assessment scale, berg balance scale and barthel index. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria, 64*(3-B), 731-735.
- Dean, C. M., Channon, E. F., & Hall, J. M. (2007). Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: A randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy, 53*(2), 97-102.
- Díaz, V., Díaz, I., Acuña, C., Donoso, A., & Nowogrodsky, D. (2002). Evaluación de un programa de actividad física en adultos mayores. *Revista Española de Geriatría y Gerontología, 37*(2), 87-92.
- Díaz-Guzmán, J., Egido-Herrero, J. A., Gabriel-Sánchez, R., Barberà, G., Fuentes, B., Fernández-Pérez, C., & Abilleira, S. (2008). Incidencia de ictus en España. Bases metodológicas del estudio iberictus. *Revista de Neurología, 47*(12), 617-623.
- Díaz-Guzmán, J., Egido, J., Gabriel-Sánchez, R., Barberá-Comes, G., Fuentes-Gimeno, B., & Fernández-Pérez, C. (2012). Stroke and transient ischemic attack incidence rate in Spain: The IBERICTUS study. *Cerebrovascular Diseases, 34*(4), 272-281.

- Dobkin, B. H., Plummer-D'Amato, P., Elashoff, R., & Lee, J. (2010). International randomized clinical trial, stroke inpatient rehabilitation with reinforcement of walking speed (SIRROWS), improves outcomes. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(3), 235-242.
- Domínguez Ferraz, D., & Grau Pellicer, M. (2011). Entrenamiento aeróbico y de fuerza en la rehabilitación del ictus. *Fisioterapia*, 33(5), 210-216.
- Downs, S., Marquez, J., & Chiarelli, P. (2013). The berg balance scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 59(2), 93-99.
- Duarte de Almeida, P M, Santo, A., Dias, B., Faria, C. F., Gonçalves, D., Silva, M., & Castro-Caldas, A. (2015). Hands-on physiotherapy interventions and stroke and international classification of functionality, disability and health outcomes: A systematic review. *European Journal of Physiotherapy*, 17(3), 100-105.
- Duarte, E., Alonso, B., Fernández, M. J., Fernández, J. M., Flórez, M., García-Montes, I., . . . Soler, A. (2010). Rehabilitación del ictus: Modelo asistencial. recomendaciones de la sociedad española de rehabilitación y medicina física, 2009. *Rehabilitación*, 44(1), 60-68.
- Duarte, E., Marco, E., Muniesa, J. M., Belmonte, R., Diaz, P., Tejero, M., & Escalada, F. (2002). Trunk control test as a functional predictor in stroke patients. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 34(6), 267-272.
- Duarte, E., Morales, A., Pou, M., Aguirrezábal, A., Aguilar, J. J., & Escalada, F. (2009). Test de control de tronco: predictor precoz del equilibrio y capacidad de marcha a los 6 meses del ictus. *Neurología*, 24(5), 297-303.
- Duncan, P., Studenski, S., Richards, L., Gollub, S., Lai, S. M., Reker, D., . . . Johnson, D. (2003). Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke*, 34(9), 2173-2180.
- Duncan, P. W., Zorowitz, R., Bates, B., Choi, J. Y., Glasberg, J. J., Graham, G. D., . . . Reker, D. (2005). Management of adult stroke rehabilitation care: A clinical practice guideline. *Stroke*, 36(9), e143.
- Durá, J. V., Belda, J. M., Poveda, R., Page, A., Laparra, J., Das, J., . . . García, A. C. (2010). Comparison of functional regression and nonfunctional regression approaches to the study of the walking velocity effect in force platform measures. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(2), 234-239.
- Faraji, F., Ghasami, K., Talaie-Zanjani, A., & Mohammadbeigi, A. (2013). Prognostic factors in acute stroke, regarding to stroke severity by canadian

- neurological stroke scale: A hospital-based study. *Asian Journal of Neurosurgery*, 8(2), 78-82.
- Farlie, M. K., Robins, L., Keating, J. L., Molloy, E., & Haines, T. P. (2013). Intensity of challenge to the balance system is not reported in the prescription of balance exercises in randomised trials: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 59(4), 227-235.
- Fernandes, B., Ferreira, M. J., Batista, F., Evangelista, I., Prates, L., & Silveira-Sérgio, J. (2015). Task-oriented training and lower limb strengthening to improve balance and function after stroke: A pilot study. *European Journal of Physiotherapy*, 17(2), 74-80.
- Fernández de Bobadilla, J., Sicras-Mainar, A., Navarro-Artieda, R., Planas-Comes, A., Soto-Alvarez, J., Sánchez-Maestre, C., . . . Ezpeleta-Echevarri, D. (2008). Estimación de la prevalencia, incidencia, comorbilidades y costes directos asociados en pacientes que demandan atención por ictus en un ámbito poblacional español. *Revista de Neurología*, 46(7), 397-405.
- Flansbjerg, U. B., Holmbäck, A. M., Downham, D., Patten, C., & Lexell, J. (2005). Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(2), 75-82.
- Flansbjerg, U. B., Miller, M., Downham, D., & Lexell, J. (2008). Progressive resistance training after stroke: Effects on muscle strength, muscle tone, gait performance and perceived participation. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40(1), 42-48.
- Fletcher, L., Cornall, C., & Armstrong, S. (2009). Moving between sitting and standing. In S. Raine, L. Meadows & M. Lynch-Ellerington (Eds.), *Bobath concept: Theory and clinical practice in neurological rehabilitation* (1st ed., pp. 83-116). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Friedman, N., Chan, V., Reinkensmeyer, A. N., Beroukhim, A., Zambrano, G. J., Bachman, M., & Reinkensmeyer, D. J. (2014). Retraining and assessing hand movement after stroke using the MusicGlove: Comparison with conventional hand therapy and isometric grip training. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11, 76.
- Frykberg, G. E., Lindmark, B., Lanshammar, H., & Borg, J. (2007). Correlation between clinical assessment and force plate measurement of postural control after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39(6), 448-453.
- Frykberg, G. E., Thierfelder, T., Aberg, A. C., Halvorsen, K., Borg, J., & Hirschfeld, H. (2012). Impact of stroke on anterior-posterior force generation prior to seat-off during sit-to-walk. *Gait & Posture*, 35(1), 56-60.



- Gagey, P. M., & Weber, B. (2001). *Posturología: Regulación y alteraciones de la bipedestación*. Barcelona: Masson.
- Galvin, R., Cusack, T., O'Grady, E., Murphy, T. B., & Stokes, E. (2011). Family-mediated exercise intervention (FAME): Evaluation of a novel form of exercise delivery after stroke. *Stroke*, 42(3), 681-686.
- Gao, F., Ren, Y., Roth, E. J., Harvey, R., & Zhang, L. Q. (2011). Effects of repeated ankle stretching on calf muscle-tendon and ankle biomechanical properties in stroke survivors. *Clinical biomechanics*, 26(5), 516-522.
- García, S., Cortés, A., Viosca, E., Escuder, A., González, C., & Querol, M. (2010). Validación de la clasificación funcional de la bipedestación del hospital de sagunto. *Rehabilitación*, 44(1), 53-59.
- Garland, S. J., Willems, D. A., Ivanova, T. D., & Miller, K. J. (2003). Recovery of standing balance and functional mobility after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(12), 1753-1759.
- Gatica Rojas, V., Elgueta Cancino, E., Vidal Silva, C., Cantin López, M., & Fuentealba Arcos, J. (2010). Impacto del entrenamiento del balance a través de realidad virtual en una población de adultos mayores. *International Journal of Morphology*, 28(1), 303-308.
- Gauthier, L. V., Taub, E., Perkins, C., Ortmann, M., Mark, V. W., & Uswatte, G. (2008). Remodeling the brain: Plastic structural brain changes produced by different motor therapies after stroke. *Stroke*, 39(5), 1520-1525.
- Geiger, R. A., Allen, J. B., O'Keefe, J., & Hicks, R. R. (2001). Balance and mobility following stroke: Effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Physical Therapy*, 81(4), 995-1005.
- Gentho, N., Gissot, A. S., Froger, J., Rougier, P., & Pérennou, D. (2008). Posturography in patients with stroke: Estimating the percentage of body weight on each foot from a single force platform. *Stroke*, 39(2), 489-491.
- Geurts, A. C., de Haart, M., van Nes, I. J., & Duysens, J. (2005). A review of standing balance recovery from stroke. *Gait & Posture*, 22(3), 267-281.
- Geurts, A. C., Nienhuis, B., & Mulder, T. W. (1993). Intrasubject variability of selected force-platform parameters in the quantification of postural control. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(11), 1144-1150.
- Gillen, G. (2016). Trunk control: Supporting functional independence. In G. Gillen (Ed.), *Stroke rehabilitation: A function-based approach* (4th. ed., pp. 360-393). St. Louis (Missouri): Elsevier.

- Gillen, G., & Nilsen, D. M. (2016). Upper extremity function and management. In G. Gillen (Ed.), *Stroke rehabilitation: A function-based approach* (4th. ed., pp. 424-485). St. Louis (Missouri): Elsevier.
- Giroud, M., Jacquin, A., & Béjot, Y. (2014). The worldwide landscape of stroke in the 21st century. *The Lancet*, 383(9913), 195-197.
- Gjelsvik, B., Hofstad, H., Smedal, T., Eide, G. E., Næss, H., Skouen, J. S., . . . Strand, L. I. (2014). Balance and walking after three different models of stroke rehabilitation: Early supported discharge in a day unit or at home, and traditional treatment (control). *BMJ Open*, 4, e004358.
- Gobbo, S., Bergamin, M., Sieverdes, J. C., Ermolao, A., & Zaccaria, M. (2014). Effects of exercise on dual-task ability and balance in older adults: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 58(2), 177-187.
- Goldstein, L. B., Bushnell, C. D., Adams, R. J., Appel, L. J., Braun, L. T., Chaturvedi, S., . . . Pearson, T. A. (2011). Guidelines for the primary prevention of stroke: A guideline for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. *Stroke*, 42(2), 517-584.
- Gómez-Soriano, J., Cano-de-la-Cuerda, R., Muñoz-Hellín, E., Ortiz-Gutiérrez, R., & Taylor, J. S. (2012). Valoración y cuantificación de la espasticidad: Revisión de los métodos clínicos, biomecánicos y neurofisiológicos. *Revista de Neurología*, 55, 217-226.
- Gómez-Soriano, J., & Taylor, J. (2012). Neuroplasticidad. In Cano de la Cuerda, R, & S. Collado Vázquez (Eds.), *Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento* (pp. 89-96). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Gordon, C. D., Wilks, R., & McCaw-Binns, A. (2013). Effect of aerobic exercise (walking) training on functional status and health-related quality of life in chronic stroke survivors: A randomized controlled trial. *Stroke*, 44(4), 1179-1181.
- Güeita-Rodríguez, J., Jiménez-Jiménez, S., & Paeth-Rohlf, B. (2012). Control postural. In Cano de la Cuerda, R, & S. Collado Vázquez (Eds.), *Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento* (pp. 139-148). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Hammer, A., Nilsagård, Y., & Wallquist, M. (2008). Balance training in stroke patients - a systematic review of randomized, controlled trials. *Advances in Physiotherapy*, 10(4), 163-172.

- Hancock, N. J., Shepstone, L., Rowe, P., Myint, P. K., & Pomeroy, V. (2011). Clinical efficacy and prognostic indicators for lower limb pedalling exercise early after stroke: Study protocol for a pilot randomised controlled trial. *Trials*, 12, 68.
- Harwood, R. H., Huwez, F., & Good, D. (2011). *Stroke care: A practical manual* (2nd. ed.). New York: Oxford University Press.
- Hase, K., Fujiwara, T., Tsuji, T., & Liu, M. (2008). Effects of prosthetic gait training for stroke patients to induce use of the paretic leg: A report of three cases. *The Keio Journal of Medicine*, 57(3), 162-167.
- Hase, K., Suzuki, E., Matsumoto, M., Fujiwara, T., & Liu, M. (2011). Effects of therapeutic gait training using a prosthesis and a treadmill for ambulatory patients with hemiparesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(12), 1961-1966.
- Hebert, D., Lindsay, M. P., McIntyre, A., Kirton, A., Rumney, P. G., Bagg, S., . . . Teasell, R. (2016). Canadian stroke best practice recommendations: Stroke rehabilitation practice guidelines, update 2015. *International Journal of Stroke*, 11(4), 459-484.
- Hernando-Rosado, A., & del Rosario-García, J. (2012). Facilitación neuromuscular propioceptiva. In Cano de la Cuerda, R., & S. Collado Vázquez (Eds.), *Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento* (pp. 295-306). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Hervás, A., Cabasés, J., & Forcén, T. (2007). Coste del cuidado informal del ictus en una población general no institucionalizada. *Gaceta Sanitaria*, 21(6), 444-451.
- Holden, M. K., Gill, K. M., Magliozzi, M. R., Nathan, J., & Piehl-Baker, L. (1984). Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Physical Therapy*, 64(1), 35-40.
- Holland, A., & Lynch-Ellerington, M. (2009). The control of locomotion. In S. Raine, L. Meadows & M. Lynch-Ellerington (Eds.), *Bobath concept: Theory and clinical practice in neurological rehabilitation* (1st. ed., pp. 117-153). US: Wiley-Blackwell.
- Hollands, K. L., Pelton, T. A., Tyson, S. F., Hollands, M. A., & van Vliet, P. M. (2012). Interventions for coordination of walking following stroke: Systematic review. *Gait & Posture*, 35(3), 349-359.

- Holmgren, E., Lindström, B., Gosman-Hedström, G., Nyberg, L., & Wester, P. (2010). What is the benefit of a high intensive exercise program? A randomized controlled trial. *Advances in Physiotherapy*, 12(3), 115-124.
- Hong, S. H., Im, S., & Park, G. Y. (2013). The effects of visual and haptic vertical stimulation on standing balance in stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 37(6), 862-870.
- Howe, T. E., Taylor, I., Finn, P., & Jones, H. (2005). Lateral weight transference exercises following acute stroke: A preliminary study of clinical effectiveness. *Clinical Rehabilitation*, 19(1), 45-53.
- Hoyos, J. V., Lafuente, R., Sánchez-Lacuesta, J., Prat, J., & Soler-Gracia, C. (2005). El laboratorio de análisis de la marcha humana. In J. M. Prat Pastor (Ed.), *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica* (pp. 331-378). Madrid: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Hsiao, H., Higginson, J. S., & Binder-Macleod, S. A. (2016). Baseline predictors of treatment gains in peak propulsive force in individuals poststroke. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13, 2.
- Hulbert, S., Ashburn, A., Robert, L., & Verheyden, G. (2015). A narrative review of turning deficits in people with parkinson's disease. *Disability and Rehabilitation*, 37(15), 1382-1389.
- Igual Camacho, C., Muñoz Díaz, E., & Aramburu de Vega, C. (1996). *Fisioterapia general: Cinesiterapia*. Madrid: Síntesis.
- Iñigo Huarte, V. (2012). *Capacidad para predecir el pronóstico funcional de dos nuevas escalas de valoración específicas de la sedestación (SedHS) y del cambio postural (CaPHS) en pacientes con ictus en fase aguda* (PhD thesis). Facultat de Medicina i Odontologia. Valencia.
- Iñigo Huarte, V., Viosca Herrero, E., Juste Díaz, J., González Monte, C., Gómez-Ferrer Sapiña, R., & Almagro Martínez, P. (2007). Validación de dos nuevas escalas funcionales en pacientes con ictus: Sedestación y cambio postural. *Rehabilitación*, 41 (Supl 1), 77.
- Isho, T., & Usuda, S. (2016). Association of trunk control with mobility performance and accelerometry-based gait characteristics in hemiparetic patients with subacute stroke. *Gait & Posture*, 44, 89-93.
- Jbabdi, M., Boissy, P., & Hamel, M. (2008). Assessing control of postural stability in community-living older adults using performance-based limits of stability. *BMC Geriatrics*, 8, 8.

- Jiejiao, Z., Xueqiang, W., Yueying, X., Ying, Y., Liyan, S., & Zhenwen, L. (2012). Cognitive dual-task training improves balance function in patients with stroke. *HealthMED*, 6(3), 840-845.
- Jones, G. M. (2001). Postura. In E. R. Kandell, J. H. Schwartz & T. M. Jessell (Eds.), *Principios de neurociencia* (4th. ed., pp. 816-831). Madrid: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.
- Jordá Llona, M., & Ruiz Jareño, L. (2006). Valoración de la función muscular. In I. Sánchez Blanco, & ... [et al.] (Eds.), *Manual SERMEF de rehabilitación y medicina física* (pp. 857). Buenos Aires etc.: Médica Panamericana.
- Jorgensen, N., Cabañas, M., Oliva, J., Rejas, J., & León, T. (2008). Los costes de los cuidados informales asociados a enfermedades neurológicas discapacitantes de alta prevalencia en España. *Neurología*, 23(1), 29-39.
- Jørgensen, H. S., Nakayama, H., Raaschou, H. O., & Olsen, T. S. (1995). Recovery of walking function in stroke patients: The copenhagen stroke study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(1), 27-32.
- Jung, K. S., Cho, H. Y., & In, T. S. (2016). Trunk exercises performed on an unstable surface improve trunk muscle activation, postural control, and gait speed in patients with stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(3), 940-44.
- Kammersgaard, L. P., Jørgensen, H. S., Reith, J., Nakayama, H., Pedersen, P. M., & Olsen, T. S. (2004). Short- and long-term prognosis for very old stroke patients. The copenhagen stroke study. *Age and Ageing*, 33(2), 149-154.
- Kane, L. A., & Buckley, K. A. (2016). Functional mobility. In G. Gillen (Ed.), *Stroke rehabilitation: A function-based approach* (4th. ed., pp. 155-193). St. Louis (Missouri): Elsevier.
- Kapteyn, T. S., Bles, W., Njikiktjien, C. J., Kodde, L., Massen, C. H., & Mol, J. M. (1983). Standardization in platform stabilometry being a part of posturography. *Agressologie*, 24(7), 321-326.
- Karim, H. T., Sparto, P. J., Aizenstein, H. J., Furman, J. M., Huppert, T. J., Erickson, K. I., & Loughlin, P. J. (2014). Functional MR imaging of a simulated balance task. *Brain Research*, 1555, 20-27.
- Karthikbabu, S., Nayak, A., Vijayakumar, K., Misri, Z. K., Suresh, B. V., Ganesan, S., & Joshua, A. M. (2011). Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance in patients with acute stroke: A pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(8), 709-719.

- Katz-Leurer, M., & Shochina, M. (2007). The influence of autonomic impairment on aerobic exercise outcome in stroke patients. *NeuroRehabilitation*, 22(4), 267-272.
- Kautz, S., Duncan, P., Perera, S., Neptune, R., & Studenski, S. (2005). Coordination of hemiparetic locomotion after stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 19(3), 250-258.
- Kilbride, C., & Cassidy, E. (2009). The stable acute patient with potential for recovery: Stroke, traumatic brain injury, guillain-barré syndrome. In S. Lennon, & M. Stokes (Eds.), *Pocketbook of neurological physiotherapy* (pp. 136-146). London: Churchill Livingstone.
- Kim, B. H., Lee, S. M., Bae, Y. Y., Yu, J. H., & Kim, T. H. (2012a). The effect of a task-oriented training on trunk control ability, balance and gait of stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(6), 519-522.
- Kim, C. M., & Eng, J. J. (2003). Symmetry in vertical ground reaction force is accompanied by symmetry in temporal but not distance variables of gait in persons with stroke. *Gait & Posture*, 18(1), 23-28.
- Kim, C. M., & Eng, J. J. (2004). Magnitude and pattern of 3D kinematic and kinetic gait profiles in persons with stroke: Relationship to walking speed. *Gait & Posture*, 20(2), 140-146.
- Kim, J. H., Park, S. G., Lim, H. J., Park, G. C., Kim, M. H., & Lee, B. H. (2012b). Effects of the combination of rhythmic auditory stimulation and task-oriented training on functional recovery of subacute stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(12), 1307-1313.
- Kim, K., Lee, D. K., & Kim, E. K. (2016). Effect of aquatic dual-task training on balance and gait in stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(7), 2044-2047.
- Kim, M., Cho, K., & Lee, W. (2014). Community walking training program improves walking function and social participation in chronic stroke patients. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 234(4), 281-286.
- Knoll, D. A., & Keyes, D. E. (2004). Jacobian-free Newton–Krylov methods: A survey of approaches and applications. *Journal of Computational Physics*, 193, 357-397.
- Kollen, B., Kwakkel, G., & Lindeman, E. (2006a). Hemiplegic gait after stroke: Is measurement of maximum speed required? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(3), 358-363.

- Kollen, B., Kwakkel, G., & Lindeman, E. (2006b). Time dependency of walking classification in stroke. *Physical Therapy*, 86(5), 618-625.
- Kraft, D. (1985). On converting optimal control problems into nonlinear programming problems. In K. Schittkowski (Ed.), *Computational mathematical programming* (pp. 261-280). Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- Kumar, R. T., Pandyan, A. D., & Sharma, A. K. (2006). Biomechanical measurement of post-stroke spasticity. *Age and Ageing*, 35(4), 371-375.
- Kumar, V. K., Chakrapani, M., & Kedambadi, R. (2016). Motor imagery training on muscle strength and gait performance in ambulant stroke subjects-A randomized clinical trial. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(3), YC01-YC04.
- Kumar, V., Babu, K., & Nayak, A. (2011). Additional trunk training improves sitting balance following acute stroke: A pilot randomized controlled trial. *International Journal of Current Research and Review*, 2(3), 26-43.
- Kuys, S. S., Brauer, S. G., & Ada, L. (2011). Higher-intensity treadmill walking during rehabilitation after stroke is feasible and not detrimental to walking pattern or quality: A pilot randomized trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(4), 316-326.
- Kwakkel, G., Veerbeek, J. M., Harmeling-van der Wel, B C, van Wegen, E., Kollen, B. J., & Early Prediction of functional Outcome after Stroke (EPOS) Investigators. (2011). Diagnostic accuracy of the barthel index for measuring activities of daily living outcome after ischemic hemispheric stroke: Does early poststroke timing of assessment matter? *Stroke*, 42(2), 342-346.
- Laassel, E. M. (2002). Sistemas de análisis de la marcha. In E. Viel (Ed.), *La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones* (pp. 127-151). Barcelona: Masson.
- Lajoie, Y., & Gallagher, S. P. (2004). Predicting falls within the elderly community: Comparison of postural sway, reaction time, the berg balance scale and the activities-specific balance confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 38(1), 11-26.
- Langhammer, B., & Stanghelle, J. K. (2011). Can physiotherapy after stroke based on the bobath concept result in improved quality of movement compared to the motor relearning programme. *Physiotherapy Research International*, 16(2), 69-80.

- Langhammer, B., Stanghelle, J. K., & Lindmark, B. (2009). An evaluation of two different exercise regimes during the first year following stroke: A randomised controlled trial. *Physiotherapy Theory and Practice*, 25(2), 55-68.
- Langhorne, P., Bernhardt, J., & Kwakkel, G. (2011). Stroke rehabilitation. *The Lancet*, 377(9778), 1693-1702.
- Lau, K., & Mak, M. (2011). Speed-dependent treadmill training is effective to improve gait and balance performance in patients with sub-acute stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 43(8), 709-713.
- Laver, K. E., Schoene, D., Crotty, M., George, S., Lannin, N. A., & Sherrington, C. (2013). Telerehabilitation services for stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12), CD010255.
- Laver, K., George, S., Thomas, S., Deutsch, J. E., & Crotty, M. (2012). Cochrane review: Virtual reality for stroke rehabilitation. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 48(3), 523-530.
- Lee, K. B., Lim, S. H., Kim, Y. D., Yang, B. I., Kim, K. H., Lee, K. S., . . . Hwang, B. Y. (2016). The contributions of balance to gait capacity and motor function in chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(6), 1686-1690.
- Lee, Y. H., Park, S. H., Yoon, E. S., Lee, C. D., Wee, S. O., Fernhall, B., & Jae, S. Y. (2015). Effects of combined aerobic and resistance exercise on central arterial stiffness and gait velocity in patients with chronic poststroke hemiparesis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 94(9), 687-695.
- Leroux, A., Pinet, H., & Nadeau, S. (2006). Task-oriented intervention in chronic stroke: Changes in clinical and laboratory measures of balance and mobility. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85(10), 820-830.
- Letombe, A., Cornille, C., Delahaye, H., Khaled, A., Morice, O., Tomaszewski, A., & Olivier, N. (2010). Early post-stroke physical conditioning in hemiplegic patients: A preliminary study. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(10), 632-642.
- Li, F., Wu, Y., & Li, X. (2014). Test-retest reliability and inter-rater reliability of the modified tardieu scale and the modified ashworth scale in hemiplegic patients with stroke. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 50(1), 9-15.



- Lindvall, M. A., & Forsberg, A. (2014). Body awareness therapy in persons with stroke: A pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(12), 1180-1188.
- Lord, S., McPherson, K. M., McNaughton, H. K., Rochester, L., & Weatherall, M. (2008). How feasible is the attainment of community ambulation after stroke? A pilot randomized controlled trial to evaluate community-based physiotherapy in subacute stroke. *Clinical Rehabilitation*, 22(3), 215-225.
- Lubetzky-Vilnai, A., & Kartin, D. (2010). The effect of balance training on balance performance in individuals poststroke: A systematic review. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 34(3), 127-137.
- Lynch, E. A., Hillier, S. L., Stiller, K., Campanella, R. R., & Fisher, P. H. (2007). Sensory retraining of the lower limb after acute stroke: A randomized controlled pilot trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(9), 1101-1107.
- Maciaszek, J., Borawska, S., & Wojcikiewicz, J. (2014). Influence of posturographic platform biofeedback training on the dynamic balance of adult stroke patients. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 23(6), 1269-1274.
- Mackay, J., & Mensah, G. A. (2004). *The atlas of heart disease and stroke*. Geneva: World Health Organization.
- Maclean, N., & Pound, P. (2000). A critical review of the concept of patient motivation in the literature on physical rehabilitation. *Social Science & Medicine*, 50(4), 495-506.
- Mahon, C. E., Farris, D. J., Sawicki, G. S., & Lewek, M. D. (2015). Individual limb mechanical analysis of gait following stroke. *Journal of Biomechanics*, 48(6), 484-489.
- Management of Stroke Rehabilitation Working Group. (2010). VA/DOD clinical practice guideline for the management of stroke rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 47(9), 1-43.
- Mancini, M., & Horak, F. B. (2010). The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46(2), 239-248.
- Mao, H. F., Hsueh, I. P., Tang, P. F., Sheu, C. F., & Hsieh, C. L. (2002). Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke*, 33(4), 1022-1027.

- Marigold, D. S., Eng, J. J., Dawson, A. S., Inglis, J. T., Harris, J. E., & Gylfadóttir, S. (2005). Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and fewer falls in older persons with chronic stroke. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(3), 416-423.
- Martínez-López, E. J., Hita-Contreras, F., Jiménez-Lara, P. M., Latorre-Román, P., & Martínez-Amat, A. (2014). The association of flexibility, balance, and lumbar strength with balance ability: Risk of falls in older adults. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 349-357.
- Martínez-Vila, E., Murie Fernández, M., Pagola, I., & Irimia, P. (2011). Enfermedades cerebrovasculares. *Medicine.*, 10(72), 4871-4881.
- Masani, K., Vette, A. H., Abe, M. O., & Nakazawa, K. (2014). Center of pressure velocity reflects body acceleration rather than body velocity during quiet standing. *Gait & Posture*, 39(3), 946-952.
- Masiero, S., Avesani, R., Armani, M., Verena, P., & Ermani, M. (2007). Predictive factors for ambulation in stroke patients in the rehabilitation setting: A multivariate analysis. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 109(9), 763-769.
- Matías-Guiu Guía, J. (2009). *Estrategia en ictus del sistema nacional de salud*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Política Social.
- Mayo, N. E., MacKay-Lyons, M. J., Scott, S. C., Moriello, C., & Brophy, J. (2013). A randomized trial of two home-based exercise programmes to improve functional walking post-stroke. *Clinical Rehabilitation*, 27(7), 659-671.
- McAuley, E., Duncan, T., & Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the intrinsic motivation inventory in a competitive sport setting: A confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(1), 48-58.
- McDowell, I. (2006). *Measuring health. A guide to rating scales and questionnaires* (3rd. ed.). New York: Oxford Univ. Press.
- Mehrholz, J., Elsner, B., Werner, C., Kugler, J., & Pohl, M. (2013). Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7), CD006185.
- Mehrholz, J., Pohl, M., & Elsner, B. (2014). Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), CD002840.
- Mehta, S., Pereira, S., Janzen, S., Mays, R., Viana, R., Lobo, L., & Teasell, R. W. (2012a). Cardiovascular conditioning for comfortable gait speed and total distance walked during the chronic stage of stroke: A meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 19(6), 463-470.

- Mehtha, S., Pereira, S., Viana, R., Mays, R., McIntyre, A., Janzen, S., & Teasell, R. W. (2012b). Resistance training for gait speed and total distance walked during the chronic stage of stroke: A meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation, 19*(6), 471-478.
- Meijer, R., Plotnik, M., Zwaafink, E. G., van Lummel, R. C., Ainsworth, E., Martina, J. D., & Hausdorff, J. M. (2011). Markedly impaired bilateral coordination of gait in post-stroke patients: Is this deficit distinct from asymmetry? A cohort study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 8*, 23.
- Meilink, A., Hemmen, B., Seelen, H., & Kwakkel, G. (2008). Impact of EMG-triggered neuromuscular stimulation of the wrist and finger extensors of the paretic hand after stroke: A systematic review of the literature. *Clinical Rehabilitation, 22*(4), 291-305.
- Mesure Viel, S. (2002). Postura, equilibrio y locomoción: Bases neurofisiológicas. In E. Viel (Ed.), *La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones* (pp. 75-99). Barcelona: Masson.
- Middleton, A., Braun, C. H., Lewek, M. D., & Fritz, S. L. (2016). Balance impairment limits ability to increase walking speed in individuals with chronic stroke. *Disability and Rehabilitation, 13*, 1-6.
- Miñana-Climent, J. C., San Cristóbal-Velasco, E., Arche-Coto, J. M., Rodríguez-Piñera, M. A., & Fernández-Fernández, M. (2005). Características y factores asociados a caídas en pacientes con enfermedad cerebrovascular. *Revista española de geriatría y gerontología, 40*(Supl 2), 24-30.
- Moore, S. A., Hallsworth, K., Jakovljevic, D. G., Blamire, A. M., He, J., Ford, G. A., . . . Trenell, M. I. (2015). Effects of community exercise therapy on metabolic, brain, physical, and cognitive function following stroke: A randomized controlled pilot trial. *Neurorehabilitation & Neural Repair, 29*(7), 623-635.
- Moyano, V., A. (2010). El accidente cerebrovascular desde la mirada del rehabilitador. *Revista del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, 21*, 348-355.
- Mudge, S., Barber, P. A., & Stott, N. S. (2009). Circuit-based rehabilitation improves gait endurance but not usual walking activity in chronic stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 90*(12), 1989-1996.
- Mukherjee, D., & Patil, C. G. (2011). Epidemiology and global burden of stroke. *World Neurosurgery, 76*(6 Suppl), 85.

- Nascimento, L. R., de Oliveira, C. Q., Ada, L., Michaelsen, S. M., & Teixeira-Salmela, L. F. (2015). Walking training with cueing of cadence improves walking speed and stride length after stroke more than walking training alone: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 61, 10-15.
- Ng, S. S., & Hui-Chan, C. W. (2005). The timed up & go test: Its reliability and association with lower-limb impairments and locomotor capacities in people with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(8), 1641-1647.
- Norré, M. E. (1993). Sensory interaction testing in platform posturography. *The Journal of Laryngology & Otology*, 107(6), 496-501.
- Obembe, A. O., Olaogun, M. O., & Adedoyin, R. (2014). Gait and balance performance of stroke survivors in south-western nigeria - A cross-sectional study. *The Pan African Medical Journal*, 17(Suppl 1), 6.
- O'Donnell, M. J., Xavier, D., Liu, L., Zhang, H., Chin, S. L., Rao-Melacini, P., . . . Yusuf, S. (2010). Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic stroke in 22 countries (the INTERSTROKE study): A case-control study. *The Lancet*, 376(9735), 112-123.
- OECD, Organisation For Economic Co-Operation Development. (2013). Health at a glance 2013 - OECD indicators (7th. ed.). París: OECD Publishing.
- Olney, S. J., Nymark, J., Brouwer, B., Culham, E., Day, A., Heard, J., . . . Parvataneni, K. (2006). A randomized controlled trial of supervised versus unsupervised exercise programs for ambulatory stroke survivors. *Stroke*, 37(2), 476-481.
- Olney, S. J., & Richards, C. (1996). Hemiparetic gait following stroke. part I: Characteristics. *Gait & Posture*, 4(2), 136-148.
- Onambele, G. L., Narici, M. V., & Maganaris, C. N. (2006). Calf muscle-tendon properties and postural balance in old age. *Journal of Applied Physiology*, 100(6), 2048-2056.
- OMS, Organización Mundial de la Salud. (2001). *Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud (CIF)*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Ortuño-Cortés, M. A., Martín-Sanz, E., & Barona-de-Guzmán, R. (2008). Posturografía estática frente a pruebas clínicas en ancianos con vestibulopatía. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 59(7), 334-340.

- Ortuño-Cortés, M. A., Martín-Sanz, E., & Barona-de-Guzman, R. (2009). Valor de las pruebas de control postural dinámico de la posturografía en ancianos con vestibulopatía. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 60(3), 149-154.
- Ottawa Panel, Khadilkar, A., Phillips, K., Jean, N., Lamothe, C., Milne, S., & Sarnecka, J. (2006). Ottawa panel evidence-based clinical practice guidelines for post-stroke rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 13(2), 1-269.
- Outermans, J. C., van Peppen, R. P., Wittink, H., Takken, T., & Kwakkel, G. (2010). Effects of a high-intensity task-oriented training on gait performance early after stroke: A pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 24(11), 979-987.
- Paeth, B. (2006). *Experiencias con el concepto bobath. Fundamentos, tratamientos y casos* (2nd. ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Pandyan, A. D., Cameron, M., Powell, J., Stott, D. J., & Granat, M. H. (2003). Contractures in the post-stroke wrist: A pilot study of its time course of development and its association with upper limb recovery. *Clinical Rehabilitation*, 17(1), 88-95.
- Pang, M. Y., & Eng, J. J. (2008). Determinants of improvement in walking capacity among individuals with chronic stroke following a multi-dimensional exercise program. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40(4), 284-290.
- Pang, M. Y., Eng, J. J., Dawson, A. S., & Gylfadóttir, S. (2006). The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: A meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 20(2), 97-111.
- Park, H. J., Oh, D. W., Kim, S. Y., & Choi, J. D. (2011). Effectiveness of community-based ambulation training for walking function of post-stroke hemiparesis: A randomized controlled pilot trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(5), 451-459.
- Park, I. M., Oh, D. W., Kim, S. Y., & Choi, J. D. (2010). Clinical feasibility of integrating fast-tempo auditory stimulation with self-adopted walking training for improving walking function in post-stroke patients: A randomized, controlled pilot trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 22(3), 295-300.
- Patil, P., & Rao, S. (2011). Effects of theraband® elastic resistance-assisted gait training in stroke patients: A pilot study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 47(3), 427-433.
- Patla, A. E., Adkin, A., & Ballard, T. (1999). Online steering: Coordination and control of body center of mass, head and body reorientation. *Experimental Brain Research*, 129(4), 629-634.

- Pearson, K., & Gordon, J. (2001). Locomoción. In E. R. Kandel, J. H. Schwartz & T. M. Jessell (Eds.), *Principios de neurociencia* (pp. 737-55). Madrid: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.
- Pélissier, J., & Asencio, G. (2002). Análisis de la marcha hemipléjica del adulto. In E. Viel (Ed.), *La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones* (pp. 169-83). Barcelona: Masson.
- Perfetti, C. (1998). *El ejercicio terapéutico cognoscitivo para la reeducación motora del hemipléjico adulto*. Barcelona: EDIKA MED.
- Perry, J., & Burnfield, J. M. (2010). Kinetics of gait: Ground reaction forces, vectors, moments, power and pressure. In J. Perry, & J. M. Burnfield (Eds.), *Gait analysis. Normal and pathological function* (2nd. ed., pp. 457-70). Thorofare: SLACK Incorporated.
- Peterson, C. L., Cheng, J., Kautz, S. A., & Neptune, R. R. (2010a). Leg extension is an important predictor of paretic leg propulsion in hemiparetic walking. *Gait & Posture*, 32(4), 451-456.
- Peterson, C. L., Hall, A. L., Kautz, S. A., & Neptune, R. R. (2010b). Pre-swing deficits in forward propulsion, swing initiation and power generation by individual muscles during hemiparetic walking. *Journal of Biomechanics*, 43(12), 2348-2355.
- Peydro de Moya, M F, Baydal Bertomeu, J. M., & Vivas Broseta, M. J. (2005). Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación*, 39(6), 315-323.
- Pinter, M. M., & Brainin, M. (2012). Rehabilitation after stroke in older people. *Maturitas*, 71(2), 104-108.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142-148.
- Pollock, A., Baer, G., Campbell, P., Choo, P. L., Forster, A., Morris, J., . . . Langhorne, P. (2014). Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), CD001920.
- Popović, M. D., Kostić, M. D., Rodić, S. Z., & Konstantinović, L. M. (2014). Feedback-mediated upper extremities exercise: Increasing patient motivation in poststroke rehabilitation. *BioMed Research International*, 2014, 520374.

- Pozas, E. (2010). Bases fisiopatológicas de la recuperación tras la isquemia: Neuroplasticidad, neurogénesis y neuroreparación. In J. Montaner (Ed.), *Neuroreparación y rehabilitación tras el ictus* (pp. 13-29). Barcelona: Marge Medica Books.
- Prat, J. (2005). Biomecánica de la marcha humana patológica. In J. M. Prat Pastor (Ed.), *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica* (pp. 123-201). Madrid: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Puckree, T., & Naidoo, P. (2014). Balance and stability-focused exercise program improves stability and balance in patients after acute stroke in a resource-poor setting. *PM&R*, 6(12), 1081-1087.
- Quinn, T. J., Langhorne, P., & Stott, D. J. (2011). Barthel index for stroke trials: Development, properties, and application. *Stroke*, 42(4), 1146-1151.
- Quinn, T. J., Paolucci, S., Sunnerhagen, K. S., Sivenius, J., Walker, M. F., Toni, D., & Lees, K. R. (2009). Evidence-based stroke rehabilitation: An expanded guidance document from the european stroke organisation (ESO) guidelines for management of ischaemic stroke and transient ischaemic attack 2008. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41(2), 99-111.
- R Development Core Team. (2011). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: the R Foundation for Statistical Computing.
- Raine, S., Meadows, L., & Lynch-Ellerington, M. (2009). *Bobath concept. Theory and clinical practice in neurological rehabilitation*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Raja, B., Neptune, R. R., & Kautz, S. A. (2012). Quantifiable patterns of limb loading and unloading during hemiparetic gait: Relation to kinetic and kinematic parameters. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 49(9), 1293-1304.
- Ramsay, J. O., & Silverman, B. W. (2006). *Functional data analysis* (2nd. ed.). New York: Springer.
- Redondo, A. B., Elosua, R., & Marrugat, J. (2008). Epidemiología del ictus y sus factores de riesgo en España. In J. Montaner (Ed.), *Prevención del ictus isquémico* (pp. 21-34). Barcelona: Marge Books.
- Renner, C., Outermans, J., Ludwig, R., Brendel, C., Kwakkel, G., & Hummelsheim, H. (2016). Group therapy task training versus individual task training during inpatient stroke rehabilitation: A randomised controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 30(7), 637-648.
- Rodríguez-Larrad, A., Rizzello, C., Perfetti, C., Panté, F. A., & Zernitz, M. (2012). Ejercicio terapéutico cognoscitivo. In Cano de la Cuerda, R., & S. Collado

- Vázquez (Eds.), *Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento* (pp. 307-21). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Rojhani-Shirazi, Z., Amirian, S., & Meftahi, N. (2015). Effects of ankle kinesio taping on postural control in stroke patients. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 24(11), 2565-2571.
- Roldán-Laguarta, P., Pavón-de Paz, M., Pérez-Manzanero, M. A., & Andújar-Osorno, C. I. (2012). Terapia por restricción del lado sano. In Cano de la Cuerda, R, & S. Collado Vázquez (Eds.), *Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento* (pp. 397-403). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Rose, D. J. (2005). *Equilibrio y movilidad con personas mayores*. Barcelona: Paidotribo.
- Rosnow, R. L., & Rosenthal, R. (1993). *Beginning behavioral research: A conceptual primer* (1st. ed.). New York: Macmillan.
- Saeyns, W., Vereeck, L., Truijen, S., Lafosse, C., Wuyts, F. P., & Van de Heyning, P. (2012). Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve balance and mobility. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 26(3), 231-238.
- Salter, K., Jutai, J. W., Teasell, R., Foley, N. C., Bitensky, J., & Bayley, M. (2005). Issues for selection of outcome measures in stroke rehabilitation: ICF activity. *Disability and Rehabilitation*, 27(6), 315-340.
- Sánchez Lacuesta, J. (2005). Biomecánica de la marcha humana normal. In J. M. Prat Pastor (Ed.), *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica* (pp. 29-121). Madrid: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Sánchez Zuriaga, D. (2010). *Estadística aplicada a la fisioterapia, las ciencias del deporte y la biomecánica*. Madrid: CEU Ediciones.
- Sánchez-Cabeza, A., & Arana-Echevarría, J. L. (2012). Reaprendizaje motor orientado a la tarea. In Cano de la Cuerda, R, & S. Collado Vázquez (Eds.), *Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento* (pp. 351-7). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Sánchez-Sánchez, M. L., Belda-Lois, J. M., Mena-del Horno, S., Viosca-Herrero, E., Gisbert-Morant, B., Igual-Camacho, C., & Bermejo-Bosch, I. (2014). Functional principal component analysis as a new methodology for the analysis of the impact of two rehabilitation protocols in functional recovery after stroke. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11, 134.



- Saunders, D. H., Sanderson, M., Brazzelli, M., Greig, C. A., & Mead, G. E. (2013). Physical fitness training for stroke patients. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (10), CD003316.
- Savitz, S. I. (2007). Clinical stroke syndromes and localization. In M. T. Torbey, & M. H. Selim (Eds.), *The stroke book* (1st. ed., pp. 34-46). New York: Cambridge University Press.
- Sawacha, Z., Carraro, E., Contessa, P., Guiotto, A., Masiero, S., & Cobelli, C. (2013). Relationship between clinical and instrumental balance assessments in chronic post-stroke hemiparesis subjects. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10, 95.
- Schmid, A., Duncan, P. W., Studenski, S., Lai, S. M., Richards, L., Perera, S., & Wu, S. S. (2007). Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. *Stroke*, 38(7), 2096-2100.
- Schulz, K. F., Altman, D. G., Moher, D., & CONSORT Group. (2010). CONSORT 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ*, (340), c332.
- Seo, K., Kim, J., & Wi, G. (2014). The effects of stair gait exercise on static balance ability of stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(11), 1835-1838.
- Shin, J. W., & Don Kim, K. (2016). The effect of enhanced trunk control on balance and falls through bilateral upper extremity exercises among chronic stroke patients in a standing position. *Journal of Physical Therapy Science*, 28, 194-197.
- Shumway-Cook, A., Baldwin, M., Polissar, N. L., & Gruber, W. (1997). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Physical Therapy*, 77(8), 812-819.
- Shumway-Cook, A., & Horak, F. B. (1986). Assessing the influence of sensory interaction on balance: Suggestion from the field. *Physical Therapy*, 66(10), 1548-1550.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2012). *Motor control: Translating research into clinical practice* (4th. ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins.
- Srivastava, A., Taly, A. B., Gupta, A., Kumar, S., & Murali, T. (2009). Post-stroke balance training: Role of force platform with visual feedback technique. *Journal of the Neurological Sciences*, 287, 89-93.

- States, R., Salem, Y., & Pappas, E. (2009). Overground gait training for individuals with chronic stroke: A cochrane systematic review. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 33(4), 179-186.
- Stevenson, T. J. (2001). Detecting change in patients with stroke using the berg balance scale. *Australian Journal of Physiotherapy*, 47(1), 29-38.
- Stokes, M. (2006). *Fisioterapia en la rehabilitación neurológica* (2nd. ed.). Madrid: Elsevier Mosby.
- Stroke Unit Trialists' Collaboration. (2013). Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9), CD000197.
- Subramaniam, S., Wan-Ying Hui-Chan, C., & Bhatt, T. (2014). A cognitive-balance control training paradigm using wii fit to reduce fall risk in chronic stroke survivors. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 38(4), 216-225.
- Tang, A., Tao, A., Soh, M., Tam, C., Tan, H., Thompson, J., & Eng, J. J. (2015). The effect of interventions on balance self-efficacy in the stroke population: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 29(12), 1168-1177.
- Teasell, R. W., Murie Fernandez, M., McIntyre, A., & Mehta, S. (2014). Rethinking the continuum of stroke rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(4), 595-596.
- Thrane, G., Joakimsen, R. M., & Thornquist, E. (2007). The association between timed up and go test and history of falls: The tromsø study. *BMC Geriatrics*, 7, 1.
- Triandafilou, K. M., & Kamper, D. G. (2014). Carryover effects of cyclical stretching of the digits on hand function in stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(8), 1571-1576.
- Truelsen, T., Piechowski-Jóźwiak, B., Bonita, R., Mathers, C., Bogousslavsky, J., & Boysen, G. (2006). Stroke incidence and prevalence in europe: A review of available data. *European Journal of Neurology*, 13(6), 581-598.
- Tung, F. L., Yang, Y. R., Lee, C. C., & Wang, R. Y. (2010). Balance outcomes after additional sit-to-stand training in subjects with stroke: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 24(6), 533-542.
- Turns, L. J., Neptune, R. R., & Kautz, S. A. (2007). Relationships between muscle activity and anteroposterior ground reaction forces in hemiparetic walking. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(9), 1127-1135.

- Ullah, S., & Finch, C. F. (2013). Applications of functional data analysis: A systematic review. *BMC Medical Research Methodology*, 13, 43.
- Vahlberg, B., & Hellström, K. (2008). Treatment and assessment of neglect after stroke - from a physiotherapy perspective: A systematic review. *Advances in Physiotherapy*, 10(4), 178-187.
- van Bloemendaal, M., van de Water, A T, & van de Port, I G. (2012). Walking tests for stroke survivors: A systematic review of their measurement properties. *Disability and Rehabilitation*, 34(26), 2207-2221.
- van de Port, I G, Wevers, L. E., Lindeman, E., & Kwakkel, G. (2012). Effects of circuit training as alternative to usual physiotherapy after stroke: Randomised controlled trial. *BMJ*, 344, e2672.
- van de Port, I G, Wood-Dauphinee, S., Lindeman, E., & Kwakkel, G. (2007). Effects of exercise training programs on walking competency after stroke: A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(11), 935-951.
- van Peppen, R., Hendriks, H., van Meeteren, N., Helden, P., & Kwakkel, G. (2007). The development of a clinical practice stroke guideline for physiotherapists in the netherlands: A systematic review of available evidence. *Disability and Rehabilitation*, 29(10), 767-783.
- van Vliet, P. M., Lincoln, N. B., & Foxall, A. (2005). Comparison of bobath based and movement science based treatment for stroke: A randomised controlled trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 76(4), 503-508.
- Veerbeek, J. M., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P J, Hendriks, E., Rietberg, M., & Kwakkel, G. (2014). What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 9(2), e87987.
- Verheyden, G., & Ashburn, A. (2013). Accidente cerebrovascular. In M. Stokes, & E. Stack (Eds.), *Fisioterapia en rehabilitación neurológica* (pp. 9-28). Barcelona: Elsevier.
- Verheyden, G., Nieuwboer, A., Van de Winckel, A., & De Weerdt, W. (2007). Clinical tools to measure trunk performance after stroke: A systematic review of the literature. *Clinical Rehabilitation*, 21(5), 387-394.
- Verheyden, G., Vereeck, L., Truijen, S., Troch, M., Herregodts, I., Lafosse, C., . . . De Weerdt, W. (2006). Trunk performance after stroke and the relationship

- with balance, gait and functional ability. *Clinical Rehabilitation*, 20(5), 451-458.
- Verheyden, G., Vereeck, L., Truijen, S., Troch, M., Lafosse, C., Saeys, W., . . . De Weerdt, W. (2009). Additional exercises improve trunk performance after stroke: A pilot randomized controlled trial. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 23(3), 281-286.
- Viel, E., & Plas, F. (2002). Actividades musculares durante el ciclo de marcha. In E. Viel (Ed.), *La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones* (pp. 27-49). Barcelona: Masson.
- Viosca, E., Iñigo, V., Juste, J., Gallart, V., & Almagro, P. (2007, marzo). *Presentación de la clasificación funcional de la sedestación del hospital de sagunto (SedHS)*. Trabajo presentado en XVI Congreso De La Sociedad Valenciana De Medicina Física Y Rehabilitación, Benicàssim. Recuperado de <http://www.svmefr.com/reuniones/rehabilitacion%20en%20corea%20del%20sur/rehabilitacion%20en%20corea%20del%20sur.pdf> (18 de noviembre de 2016).
- Viosca, E., Lafuente, R., Martínez, J. L., Almagro, P. L., Gracia, A., & González, C. (2005). Walking recovery after an acute stroke: Assessment with a new functional classification and the barthel index. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(6), 1239-1244.
- Viosca, E., Martínez, J. L., Almagro, P. L., Gracia, A., & González, C. (2005). Proposal and validation of a new functional ambulation classification scale for clinical use. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(6), 1234-1238.
- Vivas Broseta, M. J. (2014). *Desarrollo de una metodología de valoración objetiva de la recuperación de la marcha de personas con ictus basada en escalas clínicas y análisis cinético* (PhD thesis). Facultat de Medicina i Odontologia. Valencia.
- Vloothuis, J., Mulder, M., Nijland, R., Konijnenbelt, M., Mulder, H., Hertogh, C., . . . van Wegen, E. (2015). Caregiver-mediated exercises with e-health support for early supported discharge after stroke (CARE4STROKE): Study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Neurology*, 15, 193.
- von Schroeder, H. P., Coutts, R. D., Lyden, P. D., Billings, E. J., & Nickel, V. L. (1995). Gait parameters following stroke: A practical assessment. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 32(1), 25-31.
- Wang, R. Y., Chen, H. I., Chen, C. Y., & Yang, Y. R. (2005). Efficacy of bobath versus orthopaedic approach on impairment and function at different motor

- recovery stages after stroke: A randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, 19(2), 155-164.
- Waters, R. (2010). Energy expenditure. In J. Perry, & J. M. Burnfield (Eds.), *Gait analysis. Normal and pathological function* (2nd. ed., pp. 483-518). EE. UU.: SLACK Incorporated.
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 231-240.
- Wells, J. L., Seabrook, J. A., Stolee, P., Borrie, M. J., & Knoefel, F. (2003). State of the art in geriatric rehabilitation. Part II: Clinical challenges. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(6), 898-903.
- Wevers, L., van de Port, I., Vermue, M., Mead, G., & Kwakkel, G. (2009). Effects of task-oriented circuit class training on walking competency after stroke: A systematic review. *Stroke*, 40(7), 2450-2459.
- WMA, World Medical Association. (2013). *Declaracion de helsinki de la asociación médica mundial - principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Recuperado de <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/index.html> (18 de noviembre de 2016).
- Wolf, S. L., Blanton, S., Baer, H., Breshears, J., & Butler, A. J. (2002). Repetitive task practice: A critical review of constraint-induced movement therapy in stroke. *The Neurologist*, 8(6), 325-338.
- Woodford, H., & Price, C. (2007). EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD004585.
- Xue, J., Bai, L., Guo, Q., Yang, C., & Lu, J. (2006). Efficacy of early intervention of motor relearning program on post-stroke hemiplegia: A randomized controlled observation. *Neural Regeneration Research*, 1(3), 277-279.
- Yang, Y. R., Wang, R. Y., Chen, Y. C., & Kao, M. J. (2007). Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(10), 1236-1240.
- Yang, Y. R., Wang, R. Y., Lin, K. H., Chu, M. Y., & Chan, R. C. (2006). Task-oriented progressive resistance strength training improves muscle strength and functional performance in individuals with stroke. *Clinical Rehabilitation*, 20(10), 860-870.

- Yang, Y. R., Yen, J. G., Wang, R. Y., Yen, L. L., & Lieu, F. K. (2005). Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 19, 264-273.
- Yelnik, A. P., Le Breton, F., Colle, F. M., Bonan, I. V., Hugeron, C., Egal, V., . . . Vicaut, E. (2008). Rehabilitation of balance after stroke with multisensorial training: A single-blind randomized controlled study. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 22(5), 468-476.
- Yoo, S. D., Jeong, Y. S., Kim, D. H., Lee, M. A., Noh, S. G., Shin, Y. W., . . . Kim, H. S. (2010). The efficacy of core strengthening on the trunk balance in patients with subacute stroke. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 34(6), 677-682.
- Zhang, Y., Chapman, A., Plested, M., Jackson, D., & Purroy, F. (2012). The incidence, prevalence, and mortality of stroke in france, germany, italy, spain, the UK, and the US: A literature review. *Stroke Research and Treatment*, 2012, 436125.
- Zijlstra, W., Zijlstra, A., Mancini, M., & Chiari, L. (2010). Biofeedback for training balance and mobility tasks in older populations: A systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 7, 58.
- Zimmermann-Schlatter, A., Schuster, C., Puhan, M. A., Siekierka, E., & Steurer, J. (2008). Efficacy of motor imagery in post-stroke rehabilitation: A systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 5, 8.



**A**NEXOS

---





## Anexo 1. Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 1.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2005)

Autor, ã. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Howe y cols., 2005. Reino Unido	Hospitalización (GI= 26,5±15,7 y GC= 23,1±17,5 días tras ictus)	35---31 GI=17 (71,5 ± 10,9 años) GC= 18 (70,7 ± 7,6 años)	1)Desplaz máximo en SED 2)T recuperación 3)Desplazamiento lateral del peso 4)SED-BIP-SED	GI= FT cv + ejercicios para transferencia lateral de peso en SED y BIP GC= FT cv	Ejercicios para transferencia lateral de peso: 12 s x 4 sem (6h)	1) y 4) No diferencias intra ni entre grupos tras intervención ni a las 8 sem 2) Entre grupos* (>↓GI) 3) % desplaz lateral peso, entre grupos* (>↓GI) % de peso absoluto, no diferencias intra ni entre grupos tras intervención ni a las 8 sem	7/10
Kautz y cols., 2005. EE. UU.	Ambulatoria Entre 30 y 150 días del ictus	GI=11 (62,6 ± 6,5 años) GC= 9 (68,9 ± 8,3 años)	Coordinación muscular	GI= Programa supervisado en domicilio (13h pedaleo, 30 s ≤30 min) GC= FT cv	GI= 36 sesiones de 90 min (12 sem)	No hubo efecto de la intervención sobre la coordinación motora según medidas cuantitativas (trabajo del miembro inferior parético y EMG músculos recto femoral, vasto interno, bíceps femoral y semimembranoso)	6/10
Marigold y cols., 2005. Canadá	Crónica (GAgilidad=3,6±1,8 y GEyCP=3,8±2,4 años tras ictus)	59---48---42 GAgilidad=22 (68,1±9 años) GEyCP=26 (67,5 ± 7,2 años)	1)BBS 2)TUG 3)ABCS 4)NHP 5)Tiempo reacción 6)EMG superficie 7)Diario caídas	GAgilidad= Programa de ejercicios de equilibrio dinámico GEyGP= Programa de estiramientos y ejercicios de carga en MI parético	3s/sem x 10 sem	1) y 3) GAgilidad y GEyGP ↑* 2) y 4) GAgilidad y GEyGP ↓* 5) GAgilidad y GEyGP ↓*, entre grupos* (>↓GAgilidad) 6) Latencia de activación del recto femoral parético: más rápida en GAgilidad* 7) < nº participantes se cayeron en GAgilidad	6/10
van Vliet, Lincoln y Foxall, 2005. Reino Unido	Hospitalización y ambulatoria (<2 sem tras ictus)	120-99-85-87 GCB= 60 (73,3±10,4 años) GCM= 60 (75±9,1 años)	1)RMA 2)MAScale 3)6MWT 4)MAS 5)BI 6)EADL	GCB= FT basada en Concepto Bobath GCM= FT basada en la ciencia del movimiento (reaprendizaje motor)	Ss/sem (mientras fue necesario) Mdn= 23 min	1) GCB ↑* sección supino a SED a los seis meses 5) GCM ↑* sección baño al mes 6) GCM ↑* sección salidas sociales al mes Resto de variables sin diferencias entre grupos, tampoco en tiempo ingreso o lugar destino alta	7/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; SED, sedestación; BIP, bipedestación; T, tiempo; SED-BIP-SED, de sedestación a bipedestación y de bipedestación a sedestación; FT cv, fisioterapia convencional; s, sesiones; sem, semanas; EMG, electromiografía; BBS, escala del equilibrio de Berg; TUG, timed up and go test; ABCS, activities-specific balance confidence scale; NHP, Nottingham health profile; RMA, Rivermead motor assessment; MAScale, motor assessment scale; 6MWT, 6-min walk test; MAS, escala modificada de Asworth; BI, índice de Barthel; EADL, extended activities of daily living scale; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 2.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2005-06)

Autor, ã. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Wang y cols., 2005. China	Hospitalización <i>Sujetos espasticidad:</i> GI= 21,9±7,4 y GC= 20,7±5,9 días tras ictus) <i>Sujetos con relativa recuperación:</i> GI= 21,9±7,4 y GC= 21,6±9,3 días tras ictus)	<i>Espasticidad:</i> GI=10 (53,9 ± 11,8 años) GC=11 (59,3 ± 12,2 años) <i>Relativa recuperación:</i> GI=11 (53,9 ± 11,8 años) GC=12 (63,8 ± 13,1 años)	1)SIAS_CM 2)SIAS_T 3)MAScale 4)BBS 5)SIS	GI= Enfoque Bobath GC= Enfoque ortopédico	5s/sem x 4sem 40 min	<i>Sujetos con espasticidad:</i> 1) y 4) GI y GC ↑* 2) GI ↑* y GC ↑, entre grupos (CP)* (>↑GI) 3) GI y GC ↑*, entre grupos (CP)* (>↑GI) 5) GI ↑* y GC ↑, entre grupos (CP)* (>↑GI) <i>Sujetos con relativa recuperación:</i> 1) y 2) GI y GC ↑ 3) GI ↑* y GC ↑, entre grupos (CP)* (>↑GI) 4) y 5) GI y GC ↑*, entre grupos (CP)* (>↑GI)	6/10
Yang y cols., 2005. China	Ambulatoria (GI=5,45±3,03 y GC=7,33±2,42 meses del ictus)	GI=13 (63,38 ± 7,7 años) GC=12 (63,42 ± 11,06 años)	1)Velocidad 2)Cadencia 3)Longitud 4)SI	GI= FT cv + entrenamiento de la marcha hacia atrás GC= FT cv	3s/sem x 3 sem 40 min	1) GI y GC ↑*, entre grupos (CP)* (>↑GI) 2) GI y GC ↑* 3) GI ↑* y GC ↑, entre grupos (CP)* (>↑GI) 4) GI ↑* y GC ↑, entre grupos (CP)* (>↑GI)	7/10
Akbari y Karimi, 2006. Iran	Crónica (GI= 34,5 ± 26,37 y GC= 35,3 ± 27,5 meses tras ictus)	GI=17 (49,3 ± 7,1 años) GC=17 (48,8 ± 3 años)	1)MAS 2) Dinamom.	GI= Protocolo de equilibrio y ejercicios funcionales + fuerza GC= Protocolo de equilibrio y ejercicios funcionales	3s/sem x 4 sem 10 rep/ejercicio 180 min	1) CDC: GI *↓, entre grupos* (↓GI) Tríceps sural: GI y GC*↓, entre grupos* (↓GI) 2) MI no parético:GI ↑* todos músculos, GC ↑* sólo EXT cadera y rodilla y FLEX dorsales tobillo, entre grupos todos* >↑GI excepto EXT rodilla MI parético: Todos los músculos en GI ↑* en GC ↑* sólo EXT cadera y rodilla	8/10
Chan, Chan y Au, 2006. China	Ambulatoria (GI= 117,7 y GC= 88,8 días tras ictus)	66---52 GI=26 (53,8 ± 15,4 años) GC=26 (54,4 ± 13,7 años)	1)BBS 2)TUG 3)FIM 4)IADL 5)CIQ	GI= FT cv + programa reaprendizaje motor GC= FT cv + programa terapia convencional	3s/sem x 6 sem 120 min FT cv= 1-3 s/sem	1), 2), 3) y 4) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 2) GI y GC ↓*, entre grupos* (>↓GI) 5) GI ↑* y GC ↑, entre grupos* (>↑GI)	6/10

SIAS\_CM, subapartado del control motor de la extremidad inferior del Stroke impairment assessment set; SIAS\_T, subapartado del tono del Stroke impairment assessment set; MAScale, motor assessment scale; BBS, escala del equilibrio de Berg; SIS, stroke impact scale; SI, índice de simetría; MAS, escala modificada Asworth; Dinamom., dinamometría; CDC, músculo cuádriceps; EXT, extensores; FLEX, flexores; TUG, timed up and go test; FIM, functional independence measure; IADL, assessment instrumental activities daily living; CIQ, community integration questionnaire; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 3.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2006-07)

Autor, ã. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Olney y cols., 2006. Canadá	Crónica (GI= 4,1 ± 4,4 y GC= 3,4 ± 3,9 años tras ictus)	72-66-60-54 GI=37 (63,5 ± 12 años) GC=35 (65,8 ± 11,6 años)	1)6MWT 2)HAP 3)SF-36 Físico 4)SF-36 Mental 5)Dinamometría 6)PCI	GI= Programa de acondicionamiento físico supervisado GC= Programa de acondicionamiento físico no supervisado	GI=3s/sem x 10 sem 90 min GC=3s/sem x 1 sem + 9 sem sin supervisión en casa	1) GI y GC ↑* tras intervención y duró 1 año 2) y 6) GI ↑* al año 3) GI ↑* tras intervención y la mejoría perduró hasta el año, GC ↑* al año 4) GI ↑* tras intervención 5) No hubo diferencias	6/10
Xue y cols., 2006. China	Hospitalización (24h-3días ISQ y de 48h-5 días hemorrágico)	GI=78 (58 ± 11 años) GC=72 (59 ± 10 años)	1)FMA 2)MBI 3)NDS	GI=Tto médico cv + Reaprendizaje motor + Concepto Bobath GC= Tto médico cv	3s/día 1 mes 30 min	1) y 2) Entre grupos* (>↑GI) 3) Entre grupos* (>↓GI)	6/10
Yang y cols., 2006. China	Crónica (GI= 62,7 ± 27,4 y GC= 64 ± 40,4 meses tras ictus)	GI=24 (56,8 ± 10,2 años) GC=24 (60 ± 10,4 años)	1)Dinamometría 2)v. y cadencia 3)Longitud paso 4)6MWT 5)Step test 6)TUG	GI= Entrenamiento de fuerza resistencia progresiva orientado a la tarea GC= No rehabilitación	3s/sem x 4 sem 30 min	1) GI ↑* todos músculos, GC ↓* FLEX cadera y rodilla del MI parético y FLEX rodilla y dorsiflexores de tobillo del MI no parético, entre grupos* (CP) (>↑GI) todos músculos 2),3),4) GI ↑* y 6) ↓*, pero 5) GI ↑ y GC ↓*, entre grupos* (CP) (>↑GI) en todas variables	8/10
Allison y Dennett, 2007. Reino Unido	Hospitalización (GI= 20,6±20,5 y GC= 78±7,9 días tras ictus)	GI=10 (72,4 ± 17,9 años) GC=7 (78 ± 7,9 años)	1)BBS 2)GFTRMA 3)TCT	GI= FT cv + ejercicios en BIP GC= FT cv	FT cv: 45 min, 5s/sem Ejercicios BIP: 45 min, 5s/sem De 14 a 28 días	No hubo diferencias entre grupos en la sem 1, 2 o 12. 1) Entre grupos (CP)* sem 1 a la 12 (>↑GI)*	8/10
Dean, Channon y Hall, 2007. Australia	Hospitalización (GI= 21±8 y GC= 37±23 días tras ictus)	GI=6 (60 ± 7 años) GC=6 (74 ± 12 años)	1)Máxima distancia alcance MS no parético 2)Tarea 'coger y beber vaso agua'	GI= FT cv + entrenamiento para mejorar SED GC= FT cv + placebo en SED	5s/sem x 2 sem 30 min Progresión: rep y distancia (GI) o cognitiva (GC)	1) Entre grupos* (>↑GI) tras intervención y a los 6 meses 2) T: entre grupos* (>↓GI) tras interv. Fuerza vertical máxima MI parético en alcance ant y contralateral: entre grupos* (>↑GI) tras interv	7/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; 6MWT, 6-min walk test; HAP, human activity profile; SF-36, 36-Item short-form survey; PCI, physiological cost index; MA, Fugl-Meyer assessment; MBI, índice de Barthel modificado; NDS, neurological deficit score; cv, convencional; MI, miembro inferior; v., velocidad; TUG, timed up and go test; FLEX, flexores; BBS, escala del equilibrio de Berg; GFTRMA, gross function tool of Rivermead motor assessment; TCT, trunk control test; T, tiempo; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 4.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2007-08)

Autor, ã. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Katz-Leurer y Shochina, 2007. Israel	Hospitalización (Menos de 30 días del ictus)	GI=32 (61 ± 11 años) GC=32 (63 ± 8 años)	1)Frecuencia cardíaca en reposo 2) Carga de trabajo pico 3)Distancia de marcha 4)Nº de escaleras 5)FIM	GI= FT cv + cicloergómetro GC= FT cv	Cicloergómetro: 8 sem: 1º 5s/sem x 2 sem 10--20 min (2min trabajo-1min descanso) 2º 3s/semx6sem-30 min	1), 3) y 5) No hubo diferencias entre grupos 2) y 4) Entre grupos* (>↑GI)	6/10
Yang y cols., 2007. China	Crónica (GI=4,08±3,13 y GC=4,68±7,40 años tras ictus)	GI=13 (59,46 ± 11,83 años) GC=12 (59,17 ± 11,98 años)	1)Velocidad 2)Cadencia 3)T de paso 4)Longitud paso 5)SI	GI= Programa de ejercicios con balón (tareas duales) GC= Ningún entrenamiento	3s/sem x 4 sem 30 min	<i>Marcha tarea simple:</i> 1), 2), 3) y 4) GI ↑*, entre grupos (CP)* (>↑GI) 5) No diferencias intra o entre grupos. <i>Marcha tarea dual:</i> 1), 2), 3) y 4) GI ↑*, entre grupos (CP)* (>↑GI) 5) No hubo diferencias intra o entre grupos.	8/10
Bale y Strand, 2008. Noruega	Hospitalización (GI= 49,4±22,1 y GC= 32±18,5 días tras ictus)	GI= 8 (60,8 ± 13 años) GC=10 (64,9 ± 8,8 años)	1)Máxima carga MI parético 2)Simetría carga 3)Dinamometría 4)Velocidad 5)MAScale	GI= Entrenamiento funcional de fuerza GC= Concepto Bobath	5s/sem x 4sem 50 min	1) y 2) GI ↑* y GC ↑ 3) GI y GC ↑* 4)Velocidad confortable: GI y GC ↑*, entre grupos (CP)* (>↑GI) Velocidad rápida: GI y GC ↑* 5) GI y GC ↑	7/10
Flansbjerg y cols., 2008. Suecia	Crónica (GI=18,9±7,9 y GC=20±11,6 meses tras ictus)	25---24 GI= 15 (61 ± 5 años) GC=9 (60 ± 5 años)	1)F dinámica 2)F isocinética 3)MAS 4)TUG 5)Fast Gait Speed 6)6MWT 7)SIS	GI= Entrenamiento de resistencia progresiva supervisado GC= Actividades habituales	2s/sem x 10 sem 90 min (6 min de entrenamiento en resistencia progresiva)	1) MI parético y no parético: entre grupos* (>↑GI) tras intervención y a los 5 meses 2) MI no parético: entre grupos* (>↑GI) tras interv en Ext y Flex rodilla y a 5 meses en Ext 3), 5) y 6) No diferencias entre grupos 4) Entre grupos* (↓GC) a los 5 meses 7) Entre grupos* (>↑GI) a los 5 meses	6/10

GI, grupo intervención; FIM, functional independence measure; FT cv, Fisioterapia convencional; s, sesiones; T, tiempo; SI, índice de simetría; MI, miembro inferior; MAScale, motor assessment scale; F, fuerza; TUG, timed up and go test; 6MWT, 6-min walk test; SIS, stroke impact scale; Ext, extensión; Flex, flexión; \*, diferencias estadísticamente significativas; CP, cambio puntuación; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 5.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2008-09)

Autor, año. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Lord y cols., 2008. Nueva Zelanda	Ambulatoria (GI=80,3±33,8 y GC=83,1±29,8 días del ictus)	36---30---27 GI=14 (60,7 ± 17,6 años) GC=16 (64,2 ± 14,8 años)	1)10mWT 2)6MWT 3)ABCS	GI= Actividades de marcha funcional en la comunidad GC= Enfoque Reaprendizaje Motor	2s/sem x 7 sem	1) y 2) GI y GC ↑* tras intervención y a los 6 meses	6/10
Pang y Eng, 2008. Canadá	Crónica (EMI=5,2±5 y EMS=5,1±3,6 años tras ictus)	63---60 EMI=30 (66 ± 8,7 años) EMS=30 (65 ± 8,5 años)	1)6MWT 2)VO <sub>2</sub> pico 3)F extensión rodilla parética (dinamometría) 4)BBS 5)ABCS	EMI= Programa de ejercicio para el MI EMS= Programa de ejercicio para el MS	3s/sem x19 sem 60 min	1) GI y GC ↑*, entre grupos (CP)* (>↑GI) 2) GI ↑*, entre grupos (CP)* (>↑GI) 3) GI ↑*, entre grupos (CP)* (>↑GI) 4) GI y GC ↑*	6/10
Yelnik y cols., 2008. Francia	Crónica (GI=217,2±92,9 y GC=218,4±93,4 días tras ictus)	GI=33 (55,5 ± 11,6 años) GC=35 (54,9 ± 11,8 años)	1)BBS 2)Velocidad 3)FIM 4)Calidad de vida 5)Posturografía	GI= Enfoque multisensorial GC= FT basada en la teoría del neurodesarrollo (Bobath)	5s/sem x 4 sem	1) y 2) GI y GC ↑* tras intervención y a los 3 meses 3) GI ↑*, entre grupos* (>↑GI) tras intervención y a los 3 meses 4) GI ↑*, entre grupos* (>↑GI) a los 3 meses 5) No diferencias	7/10
Langhammer, Stanghelle y Lindmark, 2009. Noruega	Ambulatoria (GI= 22 y GC= 16 días de ingreso en hospital agudos)	GI=35 (76 ± 12,7 años) GC=40 (72 ± 13,6 años)	1)Entrevista AVD 2)MAScale 3)6MWT 4)BBS 5)TUG 6)MAS 7)Frec cardíaca	GI= Ejercicio intensivo GC= Ejercicio por propia iniciativa	GI= 4 periodos de FT durante 12 meses, cada periodo de 20 horas distribuidas en 2 o 3 s/sem	1) Pregunta "¿Puede usar el teléfono?", entre grupos* (>↑GC) a los 12 meses 2),3) y 4) GI y GC ↑* a los 12 meses 5) GI y GC ↓* a los 12 meses 6) y 7) No diferencias entre grupos	8/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; 10mWT, 10m walking time; 6MWT, 6-min walk test; ABCS, Activities-specific balance confidence scale; s, sesiones; sem, semanas; F, fuerza; BBS, escala del equilibrio de Berg; MI, miembro inferior; MS, miembro superior; FIM, functional independence measure; AVD, actividades de la vida diaria; MAScale, motor assessment scale; TUG, timed up and go test; MAS, escala modificada de Asworth; Frec, frecuencia; FT, fisioterapia; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

**Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados**

**Tabla 6.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2009-10)

Autor, ã. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Mudge, Barber y Stott, 2009. Nueva Zelanda	Crónica GI=3,33 (0,6-13,3) y GC=5,8 (0,5-18,7) años tras ictus	GI=31; 76 (39-89) años GC=27; 71 (44-86) años	1)Pasos/día 2)Velocidad 3)6MWT 4)ABC 5)RMI 6)PADS	GI= FT en circuito GC= Clase en grupo social y educacional	GI= 3s/sem x 4 sem 30 min de trabajo (sesión 50-60 min) GC= 4 s educac + 4 sociales(90 min)	2) Entre grupos* (↓GC) (3 meses) 3) Entre grupos* (↑GI) (post-intervención) 5) Entre grupos* (↓GC) (3 meses)	7/10
Verheyden y cols., 2009. Bélgica	Hospitalización (GI= 53±24 y GC= 49±28 días tras ictus)	GI=17 (55 ± 11 años) GC=16 (66 ± 14 años)	1)TIS: - <i>estático</i> - <i>dinámico</i> - <i>coordinación</i>	GI= Programa RHB cv + movimientos selectivos del tronco GC= Programa RHB cv	Entrenamiento extra (10h): 4s/sem x 5 sem 30 min	TIS total y por subescalas ↑* en GI y GC. TIS ( <i>equilibrio dinámico</i> ), entre grupos*(>↑GI)	8/10
Askim y cols., 2010. Noruega	Ambulatoria (GI=14,4±7,4 y GC=14,8±6,6 días tras ictus)	GI=30 (75,4 ± 7,9 años) GC=32 (77,6± 9,6 años)	1)BBS 2)MAScale 3)BI 4)Step Test 5)SIS 6)5mWT	GI= FT cv + Entrenamiento motor intensivo GC= FT cv	3s/sem x 4 sem + 1s/sem x 8 sem FT cv= 2s/dx5d/sem 30 min	1), 2), 3), 4), 5) y 6) GI y GC ↑* a las 26 sem 2) Entre grupos* (>↑GI) tras intervención	7/10
Cooke y cols., 2010. Reino Unido	Hospitalización y ambulatoria (FTcv=36,76±22,41 , FTcv+FTcv=32,43± 21,29 y EFF+FTcv= 33,86 ± 16,5 días tras ictus)	FTcv=38 (66,37±13,7 años) FTcv+FTcv=35 (67,46±11,3 años) EFF+FTcv=36 (71,17±10,6 años)	1)10mWT 2)Dinamometría 3)Parámetros temporo-espaciales de la marcha 4)RMI 5)EuroQuol	FTcv= FT rutinaria FTcv+FTcv= FT cv extra centrada en calidad del movimiento y alineación FTcv+EFF= EFF extra centrado ejercicios R progresivos durante la actividad funcional dirigida a un objetivo	Extra FT cv o EFF: 4s/sem x 6 sem 60 min	1) ↑ todos grupos tras intervención y a los 3 meses, >↑* FTcv+FTcv tras intervención (también >número* pacientes alcanzaron velocidad 0,8m/s en FTcv+FTcv tras interv) 2)↑ todos grupos tras interv, >↑* FTcv+FTcv fuerza de torsión pico flexión rodilla parética 3) T y longitud paso > simetría en FTcv+FTcv tras interv, a los 3 meses FTcv+FTcv > simetría en T de paso y FTcv > simetría longitud paso 4) y 5) ↑ en todos grupos a los 3 meses	8/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; 6MWT, 6-min walk test; ABC, Activities-based confidence scale; RMI, Rivermead mobility index; PADS, Physical activity and disability scale; FT, fisioterapia; s, sesiones; TIS, trunk impairment scale; RHB cv, rehabilitación convencional; BBS, escala del equilibrio de Berg; BI, índice de Barthel; SIS, Stroke impact scale; 5mWT, Five-meter Walk Test; FT cv, Fisioterapia convencional; 10mWT, 10m walking time; EFF, entrenamiento de fuerza funcional; R, resistencia; T, tiempo; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, calidad escala PEDRO

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 7.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2010)

Autor, año. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Dobkin y cols., 2010. EE. UU.	Hospitalización (GI= 27,3±7,8 y GC= 30,2±5,5 días tras ictus)	179---162 GI=88 (62,9 ± 12,6 años) GC=91 (65,1± 11,9 años)	1)Velocidad 2)FAC 3)Distancia en 3 min 4)T de ingreso	GI= FT cv + refuerzo diario de la velocidad de marcha (10 metros) GC= FT cv + marcha 10 metros sin refuerzo	1s/día Durante hospitalización	1) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) a las dos semanas, al alta y a los tres meses 2), 3) y 4) No hubo diferencias entre grupos	7/10
Holmgren y cols., 2010. Suecia	Ambulatoria (GI=139,7±37,3 y GC=126,8±28,2 días tras ictus)	GI=15 (77,7 ± 7,6 años) GC=19 (79,2± 7,5 años)	1)BBS 2)BI 3)FES-I 4)FAI-3	GI=Ejercicios funcionales de alta intensidad + educación en caídas GC=Educación en caídas	6s/sem x 5 sem 45 min Educación caídas: 60 min/sem	1) y 4) No diferencias 2) Entre grupos* (>↑GI) (p=0,05) a los 6 meses 3) Entre grupos* (>↓GI) (p=0,05) tras intervención y * (>↓GI) (p<0,05) a los 3 meses	8/10
Outermans y cols., 2010. Países Bajos	Hospitalización (GI=22,5±8,2 y GC=23,5±7,8 días tras ictus)	GI=22 (56,8 ± 8,6 años) GC=21 (56,3± 8,6 años)	1)6MWT 2)10mWT 3)BBS 4)FRT	GI= FT cv + EOT de alta intensidad GC= FT cv + Programa de FT baja intensidad	3s/sem x 4 sem 45 min  + FT cv= 30 min/día	1) y 2) Entre grupos* (>↑GI) 3) y 4) No diferencias entre grupos	6/10
Park y cols., 2010. Corea	Crónica (GI=15,5±5 y GC=14±8 meses tras ictus)	26---25 GI=13 (59,2 ± 11 años) GC=12 (52,9± 13 años)	1)10mWT 2)Nº pasos (20 m) 3)WGS	GI= FT ND + entren. marcha a velocidad autoseleccionada con FTAS (música clásica a 120 golpes/min metrónomo) GC= FT ND + entrenamiento marcha sin estimulac. auditiva	2/día x 5s/sem x 2 sem 30 min  FT ND: 1h/día	1) GI ↑*, entre grupos* (>↑GI) 2) GI y GC ↓*, entre grupos* (>↓GI) 3) GI ↓*, entre grupos* (>↓GI)	6/10

FAC, clasificación funcional de la marcha del Hospital General de Massachusetts; T, tiempo; FT cv, fisioterapia convencional; s, sesión/es; BBS, escala del equilibrio de Berg; BI, índice de Barthel; FES-I, falls efficacy scale international, FAI-3, Frenchay activities index for the last 3 months; 6MWT, 6-min walk test; 10mWT, 10m walking time; FRT, functional reach test; EOT, entrenamiento orientado a la tarea; WGS, Wisconsin gait scale; FTAS, Fast-tempo auditory stimulation; FT ND, fisioterapia enfoque neurodesarrollo; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, calidad escala PEDro



**Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados**

**Tabla 8.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2010-11)

Autor, año. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Tung y cols., 2010. China	Crónica (GI=26,9±16 y GC=12,8±12,3 meses tras ictus)	GI=16 (51 ± 12,1 años) GC=16 (52,7± 14,1 años)	1)Equilibrio estático 2)Equilibrio dinámico 3)BBS 4)Tiempo SED-BIP 5)Dinamometría	GI= FT cv + entrenamiento del cambio postural de SED a BIP GC= FT cv	3s/sem x 4 sem 15 min FT cv= 3s/sem x 4 sem, 30 min	1) Distribución del peso en MI parético: GI↑* 2) Máxima excursión hacia anterior y hacia lado parético: GI↑* Control direccional hacia lado parético y no parético: GI↑* Control direccional hacia delante: entre grupos* (>↑GI) 3) GI y GC ↑* 4) GI↑*, entre grupos* (>↑GI) 5) EXT cadera MI parético: GI↑*, entre grupos* (>↑GI) EXT cadera MI no parético: GI↑* EXT rodilla MI parético: GI↑* EXT rodilla MI no parético: GI y GC ↑* FLEX plantares MI no parético: GI↑*	6/10
Brock y cols., 2011. Australia	Hospitalización (GI=60,3±24 y GC=63,6±25,9 días tras ictus)	29---26 GI=12 (61,3± 13 años) GC=14 (56,6± 15,8 años)	1)A_6MWT 2)Velocidad 3)BBS	GI= Enfoque Bobath (5h) + Práctica de tareas estructuradas (1h) GC= Práctica de tareas estructuradas (6h)	6 sesiones en 2 sem 60 min	1) GI y GC ↑* 2) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 3) GI y GC ↑*	7/10
Cumming y cols., 2011. Australia	Hospitalización (Menos de 24h tras primer o recurrente ictus)	71---60---52 GI=38 (74,6± 14,6 años) GC=33 (74,9± 9,8 años)	1)T hasta caminar 50 m sin ayuda de otra persona 2)BI 3)RMA	GI= Doble de los cuidados cv + movilización temprana (1ª en las 24h tras ictus) GC= Cuidados cv	2s/día levantar de cama 14 días tras ictus o hasta alta hospitalaria	1) GI lograron marcha independiente más pronto* 2) > puntuación a los 3 meses, pero no diferencias 3) no diferencias entre grupos	8/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; BBS, escala del equilibrio de Berg; SED-BIP, de sedestación a bipedestación; FT cv, fisioterapia convencional; s, sesiones; sem, semanas; MI, miembro inferior; EXT, extensores; FLEX, flexores; A\_6MWT, six minutes walk test adaptado (en un pasillo con obstáculos); T, tiempo; BI, índice de Barthel, RMA, Rivermead motor assessment; cv, convencionales; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 9.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2011)

Autor, año, País	Fase	Sujetos	VARIABLES	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Galvin y cols., 2011. Irlanda	Hospitalización (GI=18,9±2,9 y GC=19,7±3 días tras ictus)	GI=20 (63,15±13,3 años) GC=20 (69,95 ± 11,69 años)	1)FMA_MI 2)MAScale 3)BBS 4)BI 5)6MWT	GI= FT cv + Ejercicios controlados por un familiar GC= FT cv	1s/día x 8 sem 35 min	<i>Post-intervención:</i> 1), 2), 3), 4) y 5) entre grupos*(CP) (>↑GI) 3 meses: 5) entre grupos*(CP) (>↑GI)	8/10
Karthikbabu y cols., 2011. India	Hospitalización (GI=11,8±8,1 y GC=12,1 ± 7,5 días tras ictus)	GI=15 (59,8±10,5 años) GC=15 (55 ± 6,5 años)	1)TIS 2)BBA	GI= FT cv + Ejercicios de tronco en camilla GC= FT cv + Ejercicios de tronco en la pelota	4s/sem x 3 sem 60 min	1) y 2) GI y GC ↑*, entre grupos* y en CP (>↑GI)	8/10
Langhammer y Stanghelle, 2011. Noruega	Hospitalización (no aporta datos)	GCB=28 GPRM=33 78 años (49-95)	1)MAScale 2)SMES	GCB= Concepto Bobath GPRM= Programa de reaprendizaje motor	5s/sem Mínimo 40 min Durante hospitalización	1) Entre grupos* (>↑GPRM) en la función de la mano, MS y MI y en el cambio postural de supino a SED y calidad de movimiento 2) Entre grupos* (>↑GPRM) en MS tumbado, MS y mano sentado y calidad de movimiento	7/10
Park y cols., 2011. Corea	Hospitalización (GI=28,08±12,59 y GC=28,67 ± 17,96 meses tras ictus)	27---25 GI=13 (59,38±8,46 años) GC=12 (59,92 ± 7,79 años)	1)10mWT 2)6MWT 3)CWT 4)WAQ 5)ABCS	GI= FT cv + EDBC (entrenamiento de la deambulacion basado en la comunidad) GC= FT cv	EDBC=3s/semx4se m 60 min FT cv= 1s/día 60 min	1) GI ↑* y GC ↑, entre grupos* y en CP (>↑GI) 2) GI ↑* 3) GI ↓*, entre grupos*(CP) (>↓GI) 4) GI ↑* y GC ↑*, entre grupos*(CP) (>↑GI) 5) GI ↑* y GC ↑, entre grupos*(CP) (>↑GI)	7/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; FMA\_MI, Fugl-Meyer assessment de miembro inferior; MAScale, Motor assessment scale; BBS, escala del equilibrio de Berg; 6MWT, 6-min walk test; FT cv, fisioterapia convencional; s, sesión/es; sem, semanas; TIS, trunk impairment scale; BBA, Brunel balance assessment; MAScale, motor assessment scale; SMES, Sjødring Motor Evaluation Scale; MS, miembro superior; MI, miembro inferior; SED, sedestación; 10mWT, 10m walking time; 6MWT, 6-min walk test; CWT, community walk test with a 300-m walking route; WAQ, walking ability questionnaire; ABCS, Activities-specific balance confidence scale; CP, cambio puntuación; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 10.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2012)

Autor, año. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Chouhan y Kumar, 2012. India	Ambulatoria (< 3 meses después del alta hospitalaria)	GA=15 (56,7±6 años) GB=15 (58,1±4 años) GC=15 (57,33±5,51 años)	1)DGI 2)FMA	GA= Estimulación rítmica auditiva + FT cv GB= Pautas visuales + FT cv GC= FT cv	GA y GB= 2h 3s/sem x 3 sem	1) Entre grupos, >↑GB que GA o GC* al 7º, 14º y 21º día. Al 28º día = ↑GA y GB, y > ↑ de ambos que el GC* 2) Entre grupos, >↑GB que GA o GC* al 14º día. Al 21º y al 28º día >↑GB respecto al GA o GC*, y >↑GA respecto al GC*.	7/10
Jiejiao y cols., 2012. China	Crónica (GI= 33,11±5,73 y GC=30,42± 7,44 meses tras ictus)	92--85 GI= 45 (69,11 ± 5,01 años) GC= 47 (68,61 ± 4,62 años)	Posturografía	GI= Entrenamiento en dobles tareas cognitivas GC= Ejercicios de equilibrio	5s/sem x 8 sem 40 min	Máximo desplazamiento mediolateral (ojos abiertos y cerrados), entre grupos* (>↓GI) Índice de equilibrio anteroposterior (ojos abiertos) * (>↑GI)	8/10
Kim y cols., 2012. Corea	Crónica (GI=7,7±6,11 y GC=13,1±10,62 años tras ictus)	GI=10 (52,5 ± 11,7 años) GC=10 (53,5± 12,1 años)	1)TIS 2)BBS 3)TUG 4)10mWT	GI= FT cv + EOT (10 estaciones, 5 min de trabajo en cada y 1min descanso entre ellas) GC= FT cv	4 semanas EOT: 3/sem 60min FT cv: 5/sem	1) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 2) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 3) GI y GC ↓* 4) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI)	6/10
Saeyes y cols., 2012. Bélgica	Hospitalización (GI=38,72±15,1 y GC=32,07 ± 25,98 días tras ictus)	GI=18 (61,94 ± 13,83 años) GC=15 (61,07 ± 9,01 años)	1)TIS 2)Test Tinetti 3)Romberg 4)FTBS 5)BBS 6)DGI 7)FAC 8)RMAB	GI= FT cv + entrenamiento de la función del tronco GC= FT cv + ejercicios MS	4s/sem x 8 sem 30 min	1) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) excepto subescala de equilibrio en sedestación estática 2), 4), 5) y 6) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 3) y 7) GI y GC ↑* 8) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) excepto sección del MS	8/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; DGI, dynamic gait index; FMA, Fugl-Meyer assessment; FT cv, fisioterapia convencional; s, sesiones; sem, semanas; TIS, trunk impairment scale; BBS, escala del equilibrio de Berg; TUG, timed up and go test; 10mWT, 10m walking time; EOT, entrenamiento orientado a la tarea; FTBS, Four Test Balance Scale; FAC, clasificación funcional de la marcha del Hospital General de Massachusetts; RMAB, Rivermead motor assessment battery; MS, miembro superior; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 11.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2012-13)

Autor, año. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
van de Port y cols., 2012. Países Bajos	Ambulatoria (GI=91 ± 42 y GC=103± 51 días tras ictus)	250---242 GI=126 (56±10 años) GC=124 (58±10 años)	1)SIS (movil.) 2)5mWSP 3)6MWT 4)MoStairT	GI= Entrenamiento en circuito (por parejas, 8 estaciones, 6 min de trabajo en cada (3 por persona) y 1 min de descanso entre ellas) GC= FT cv	2s/sem x 12 sem 90 min	1) No diferencias entre grupos 2), 3) y 4) Entre grupos* (>↑GI)	7/10
Gordon, Wilks y McCaw-Binns, 2013. Indias Occidentales	Crónica (GI=12,8 ± 3,6 y GC=11,8± 3,6 meses tras ictus)	GI=64 (63,4±9,4 años) GC=64 (64,9±11,1 años)	1)SF-36 2)BI 3)6MWT 4)Frecuencia cardíaca reposo	GI= marcha rápida GC= masaje suave de las extremidades afectadas	3s/sem x 12 sem GI= 5---30 min GC= 25 min	1) Componente físico, entre grupos* (>↑GI) 2) No diferencias entre grupos 3) Entre grupos* (>↑GI) 4) Entre grupos* (>↓GI)	7/10
Mayo y cols., 2013. Canadá	Ambulatoria (GB=265,4 ± 131,8 y GE=252± 165,3 días tras ictus)	GB=43 (67,7±14,4 años) GE=44 (67,8±12,3 años)	1)6MWT 2)5mWT 3)BBS 4)CBMS 5)SIS 6)RAND-36 7)EQ-5D 8)GDS	GB= Protocolo de ejercicios con bicicleta estática en el domicilio GE= Ejercicios orientados a la tarea y reeducación de la marcha en el domicilio	13 visitas a domicilio/1 año (1/sem el primer mes, 1/mes del 2º al 6º, 2/mes del 7º al 9º mes y 1/mes del 10º al 12º) + Llamadas telefónicas (semanales primer mes, cada 2 sem los 3 meses siguientes, luego 1/mes) Ejercicio domiciliario 15min---30min/día	1), 2), 3), 4), 5), 7) y 8) No diferencias 6) Rol participación, entre grupos* (>↑GE)	8/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; SIS (movil.), stroke impact scale (dominio movilidad); 5mWST, 5 metre comfortable walking speed test; 6MWT, 6-min walk test; MoStairT, modified stairs test; s, sesiones; sem, semanas; SF-36, 36-Item short-form survey; BI, índice de Barthel; 5mWT, Five-meter Walk Test; BBS, escala del equilibrio de Berg; CBMS, community balance and mobility scale; SIS, stroke impact scale; RAND-36, physical function index of the medical outcomes study; EQ-5D, EuroQoL-5 dimensions; GDS, geriatric depression scale-short form; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 12.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2014)

Autor, año. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Cha y cols., 2014. Corea	Crónica (GI=14,5 ± 5,5 y GC=14,7 ± 5,4 meses tras ictus)	GI=10 (59,8±11,7 años) GC=10 (63±14,1 años)	1)BBS 2)Velocidad 3)Longitud paso 4)Cadencia 5)Doble apoyo 6)SS-QOL	GI= FT cv + Entrenam. intensivo de marcha + estimulación rítmica auditiva GC= FT cv + Entrenam. intensivo de marcha	5s/sem x 6 sem 30 min  FT cv= 5s/sem 30 min	1) y 2) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 3) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) solo en el MI afectado 4) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 5) GI ↓*, entre grupos* solo MI afectado 6) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI)	7/10
Kim, Cho y Lee, 2014. Corea	Hospitalización (GI=191 ± 109 y GC=273 ± 108 días tras ictus)	26--22 GI=11 (50 ± 10 años) GC=11 (51 ± 7 años)	1)10mWT 2)6MWT 3)CGA 4)SIS_PS	GI= FT y TO cv + PECC (programa entrenam. para caminar en la comunidad) GC= FT y TO cv	FT y TO cv= 5s/sem x 4 sem (30+30 min)  PECC= 5s/sem x 4 sem (30 min)	1) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 2) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 3) GI ↓*, entre grupos* 4) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI)	6/10
Lindvall y Forsberg, 2014. Suecia	Crónica (GI=4,1 ± 3,8 y GC=4,2 ± 4,5 años tras último ictus)	46--42 GI=24 (62,1± 11,4 años) GC=22 (65,6± 9,2 años)	1)TUG cognitivo 2)6MWT 3)BBS 4)TST 5)ABCS 6)SF-36	GI=Terapia conciencia del cuerpo (Body awareness therapy) GC= Actividades cotidianas	1s/sem x 8 sem 60 min	1) GI ↓* y GC ↓ (a las 9 sem), GI y GC ↓* (a las 14 sem) 2) GI ↑* (a las 9 sem) 3) GI ↑* y GC ↑ (a las 9 y las 14 sem) 4) GC ↑* (a las 14 sem) Entre grupos, no diferencias en el CP	7/10
Puckree y Naidoo, 2014. Sudáfrica	Ambulatoria (GI=36% ictus <6 meses; 48% de 6-12 meses; 48% ictus <6 meses; 40% de 6-12)	GI=25 GC=25 (50-74 años)	1) PASS 2) BBS	GI= FT centrada en ejercicios de estabilidad y equilibrio GC= FT cv	1s/2sem x 6 meses 30 min (con 3 descansos de 2 min cada 10 min)	1) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 2) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI)	6/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; PASS, Postural assessment scale for stroke; BBS, escala del equilibrio de Berg; FT cv, fisioterapia convencional; entrenam., entrenamiento; s, sesiones; MI, miembro inferior; 6MWT, 6-min walk test; 10mWT, 10m walking time; CGA, community gait assessment; SIS\_PS, Stroke Impact Scale dominio de participación social; TO cv, terapia ocupacional convencional; PECC, programa entrenam. para caminar en la comunidad; TUG, timed up and go test; TST, timed-stands test; ABCS, Activities-specific Balance Confidence Scale; SF-36, Short Form 36 questionnaire; CP, cambio puntuación; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 1 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en ensayos clínicos aleatorizados

**Tabla 13.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: ECAs (2015)

Autor, ã. País	Fase	Sujetos	Variables	Intervención	Intensidad	Resultados	PC
Lee y cols., 2015. Corea del Sur	Crónica (GI=5,98 ± 3,27 y GC=5,83 ± 2,51 años tras último ictus)	30--26 GI=14 (64 ± 7,4 años) GC=12 (63 ± 5,45 años)	1) 6MWT 2) 10mWT 3) TUG 4) CS30 5) CSR 6) FRT	GI=Ejercicios aeróbicos y de R GC=Actividad física no sistemática o ajedrez coreano	3s/sem x16 sem 60 min	1), 2), 4) y 5) entre grupos* (>↑GI)	7/10
Moore y cols., 2015. Reino Unido	Crónica (GI=21 ± 34 y GC=16 ± 12 meses tras ictus)	GI=20 (68 ± 8 años) GC=20 (70 ± 11 años)	1)6MWT 2)10mWT 3)BBS 4)Función cognitiva 5)SIS	GI= Ejercicio en la comunidad GC= Estiramientos	3s/sem x 19 sem 45-60 min	1), 2) y 3) GI y GC ↑*, entre grupos* (>↑GI) 4) GI↑*y GC ↑, entre grupos* (>↑GI) 5) Recuperación tras ictus y humor, GI↑*y GC ↑, entre grupos* (>↑GI)	8/10
Renner y cols., 2015. Alemania y Países Bajos	Hospitalización (GI=39±25 y GC=32± 11 días tras ictus)	GI=34 (56 ± 10 años) GC=39 (55 ± 10 años)	1)SIS 2)RMI 3)FES-I 4)HAD 5)FS 6)IM 7)FAC 8)6MWT 9)10mWT 10)TUG	GI= Entrenam. en circuito (parejas, 8/10 estaciones, 6 min trabajo en cada (3 por persona) y 1 min de descanso) GC= Entrenam. individual en tareas progresivas personalizado	5s/sem x 6 sem 90 min	8) y 9) entre grupos* (>↑GI)  Resto de variables no mostraron diferencias entre grupos	7/10

GI, grupo intervención; GC, grupo control; 6MWT, 6-min walk test; 10mWT, 10m walking time; TUG, timed up and go test; CS30, 30-sec chair stand test; CSR, chair sit and reach; FRT, functional reach test; R, resistencia; BBS, escala del equilibrio de Berg; SIS, stroke impact scale; RMI, Rivermead mobility index; FES-I, falls efficacy scale international, HAD, hospital anxiety and depression scale; FS, fatigue severity scale; IM, índice de motricidad; FAC, clasificación funcional de la marcha del Hospital General de Massachusetts; \*, diferencias estadísticamente significativas; PC, puntuación de calidad escala PEDro

## Anexo 2. Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 1.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: revisiones sistemáticas y metaanálisis (2006)

Revisión	BD	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Ottawa Panel, 2006. Canadá	MEDLINE, EMBASE, CINAHL y Cochrane	Hasta dic 2004	71 (no solo ECAs, casi ninguno superó 3 de 5 en la escala de Jadad)	Primer ictus (>18 años) hiperagudo (1as 12h), agudo (1ª semana tras el ictus), subagudo (desde 1ª semana a 6ª), postagudo (desde 6ª a seis meses) y crónico (> 6 meses)	Guía de práctica clínica basada en la evidencia: 1) Ejercicios terapéuticos (29 estudios) 2) EOT (17) 3) Terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano (5) 4) Entrenamiento del equilibrio (11) 5) Intervención sensorial (9)	1) Evidencia firme → incluir en la RHB tras ictus: entrenam. aeróbico, de F solo o combinado con ejercicio aeróbico, entrenam. asistido por robots, entrenam. en el agua e imaginiería mental 2) Evidencia firme de su empleo → entrenam. tarea de alcance en SED, tareas funcionales del MS, de control y rotación de tronco, con prendas pesadas, bilateral de MS y en tareas específicas. <i>Entrenamiento de la marcha:</i> cinta de marcha (subagudo) con alta velocidad o caminar en el suelo (crónico), con soporte parcial de peso (agudo y postagudo). FES dorsiflexores tobillo (postagudo o crónico) más gemelos (crónico). Facilitación rítmica auditiva (postagudo), entrenamiento funcional del MI (subagudo). 3) Suficiente evidencia para recomendar su uso (agudo, subagudo o crónico) 4) Fuertemente recomendado en ictus subagudos y postagudos → paso de SED a BIP y viceversa con plataforma de F y feedback auditivo (subagudo y postagudo), entrenam. base de apoyo con feedback auditivo (subagudo y postagudo) y equilibrio con feedback visual (subagudo y postagudo) y entrenam. en plataforma en subagudo 5) Firme evidencia: entrenamiento función sensorial en la función mano (crónico), estimulación en mecedora (subagudo) y entrenam. atención visual (postagudo)	Limitaciones metodológicas de estudios primarios (baja calidad y tamaños muestrales pequeños) Solo estudios en inglés y francés Heterogeneidad en intervenciones, poblaciones y medidas resultado reduce la comparabilidad de los ensayos individuales, por lo que dificultó realización de metaanálisis A veces hallazgos inconsistente de un estudio o medida de resultado a la siguiente, lo que supuso juicios de valor (sujetos a interpretación)

BD, bases de datos revisadas; dic, diciembre; ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; EOT, Entrenamiento orientado a la tarea; entrenam., entrenamiento; F, fuerza; SED, sedestación; MS, miembro superior; FES, estimulación eléctrica funcional; MI, miembro inferior; BIP, bipedestación

## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 2.** Resumen sobre la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: revisiones sistemáticas y metaanálisis (2006-07)

Revisión	Bases datos	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Pang y cols., 2006. Canadá	MEDLINE, CINAHL, EMBASE, Cochrane y PEDro	Hasta julio 2005	7 (5 de buena calidad, entre 6 y 8 en la escala PEDro, y 2 calidad justa, escala PEDro entre 4 y 5)	Ictus agudo (0-1 mes), subagudo (1-6 meses) y crónico (> 6 meses) Se excluyeron sujetos con riesgo alto o moderado de complicaciones cardíacas (tipo C y D según AHA)	Entrenam. ejercicio aeróbico para mejorar capacidad aeróbica: 1) Cicloergómetro (4 ECAs) 2) Cinta de marcha (1) 3) Dar pasos + caminar a paso ligero + repeticiones de SED a BIP (1) 4) Ejercicios aeróbicos en agua (1)  Todos: 55-90% de la frecuencia cardíaca máxima o 40-85% de la frecuencia cardíaca de reserva, 3-5 días, 20-30 min	Tamaño del efecto estandarizado homogéneo significativo* a favor del ejercicio aeróbico para mejorar VO <sub>2</sub> pico, carga de trabajo pico, velocidad de marcha y resistencia al caminar  3 sujetos tuvieron un ictus recurrente durante el período de la intervención que no se relacionó con la misma ya que hay un riesgo de repetir el ictus de un 8% en los primeros seis meses 4 sujetos tuvieron 5 caídas sin lesionarse	Solo 1 ECA indicó si hubo cambios medicación durante realización del mismo (ciertas medicaciones pueden alterar la respuesta cardiovascular al ejercicio) No todos revelaron los efectos adversos 4 estudios utilizaron la misma tarea para entrenar que para evaluar Solo 1 ECA realizó evaluación del seguimiento
van de Port y cols., 2007. Países Bajos	Pubmed, Cochrane, DARE, PEDro, EMBASE, BD del Instituto Holandés de cuidados relacionados con la salud y CINAHL	1980 - nov 2005	23 (de 4 a 8 en escala Pedro, Mdn=7, 19 ECAs ≥6)	Ictus (>18 años)	Programas de entrenamiento de ejercicio en la reeducación de la marcha: 1) Entrenamiento de fuerza del MI (6 ECAs) 2) Actividad física cardiorrespiratoria (3) 3) Entrenamiento orientado a la marcha (14)	1) Efecto no significativo respecto a control en velocidad de marcha (4), ni en distancia recorrida (3) 2) Efecto no significativo respecto a control en velocidad de marcha (2) 3) Efecto no significativo respecto a control en equilibrio (4) Efecto positivo* en velocidad de marcha (12) y en distancia recorrida (9) en relación a control	Solo inglés, alemán y holandés Tampoco ECAs de cinta de marcha con suspensión parcial del peso Las definiciones de fortalecimiento, actividad física cardiorrespiratoria, y entrenam. orientado a la marcha fueron arbitrarias

ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; nov, noviembre; entrenam., entrenamiento; Mdn, mediana; AHA, American Heart Association; SED, sedestación; BIP, bipedestación; \*, diferencias estadísticamente significativas



**Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis**

**Tabla 3.** Resumen sobre evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para reeducación del equilibrio y marcha: RS y metaanálisis (2007-08)

Revisión	BD	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
van Peppen y cols., 2007. Países Bajos	MEDLINE, CINAHL, EMBASE, Cochrane, DocOnline y PEDro	Hasta enero 2004	322 (no solo ECAs, estableció nivel de evidencia según tipo estudio y puntuación escala PEDro)	Ictus (≥18 años)	Guía de práctica clínica basada en la evidencia (3 aspectos): 1) Factores pronóstico de recuperación funcional (6 estudios) 2) Intervención FT (284) 3) Medidas de resultado para evaluar progreso del paciente (32)	1) Capacidad para caminar (factores similares a predecir capacidad AVD a los 6 meses): capacidad marcha inicial 2 sem tras ictus, grado paresia del MI, hemianopsia homónima, equilibrio en SED, incontinencia urinaria, edad, iniciar AVD a 2 sem del ictus 2) Entrenamiento ejercicios orientados a tarea y específicos del contexto aplicados intensivamente y precozmente tras ictus 3) IM, TCT, BBS, FAC, 10mWT a velocidad cómoda, FAT y BI	Muestras pequeñas Resultados de factores pronóstico con limitaciones para su generalización
Hammer, Nilsagård y Wallquist 2008. Suecia	MEDLINE, Cochrane, CINAHL y PEDro	1966-oct 2006	14 (≥ 6 Escala PEDro)	ictus agudo, subagudo y crónico	Entrenamiento del equilibrio: <i>Fase aguda (&lt; 1mes tras ictus):</i> 1) Biped. Oswestry vs FT cv (severo) 2) FT cv vs FT cv + desplazamiento lateral del peso en BIP 3) Bobath vs FT ortopédica <i>Fase subaguda(1 mes-1 año del ictus):</i> 4) Entrenamiento moderado supervisado en casa vs FT cv (2) 5) Ejercicios de equilibrio vs FT MS (3) 6) Terapia de movimiento deseado orientado al problema vs FT ND <i>Fase crónica (&gt;1año tras ictus):</i> 7) Ejercicios de equilibrio vs FT MS (2) 8) Ejercicios agilidad vs estiramientos y traslación peso	1) Ambos grupos ↑RMI 2) Ambos grupos mejoraron balanceo postural 3) Ambos ↑BBS*, entre grupos* (>↑Bobath) 4) BBS, entre grupos* (>↑entrenamiento en casa) 5) (1 estudio) TUG y Step Test, entre grupos* (> recuperación con ejercicios de equilibrio) 6) STREAM (movilidad), entre grupos * (>↑terapia de movimiento deseado orientado al problema en sujetos con deterioro cognitivo) 7) Resultados controvertidos en las diferencias entre grupos 8) BBS, entre grupos >↑grupo agilidad	Falta de consenso en las pruebas para evaluar el equilibrio

BD, bases datos revisadas; oct, octubre; AVD, actividades de la vida diaria; sem, semanas; IM, índice de motricidad; TCT, trunk control test; BBS, escala del equilibrio de Berg; FAC, clasificación funcional de la marcha del Hospital General de Massachusetts; 10mWT, Ten Meter Walk ; FAT, Frenchay Arm Test; BI, índice de Barthel; Biped, bipedestador; FT cv, fisioterapia convencional; FT MS, fisioterapia compuesta por ejercicios del miembro superior parético; FT ND, fisioterapia enfoque neurodesarrollo; RMI, Rivermead movility index; \*, diferencias estadísticamente significativas

## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 4.** Resumen sobre evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: revisiones sistemáticas y metaanálisis (2009)

Revisión	BD	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
States, Salem y Pappas, 2009. EE. UU.	Cochrane, MEDLINE, EMBASE, CINAHL, AMED, Science Citation Index Expanded, Web of Science, PEDro, REHABDATA, clinicaltrials.gov, controlled-trials.com y strokecenter.org	Abril 2006-abril 2008	9 (todos buena calidad, PEDro= 6-9)	Ictus (>18 años) crónico (≥6 meses tras ictus)	Entrenamiento de marcha en el suelo: 1) Entrenam. en circuito con ejercicios funcionales de MI (12h) vs entrenam. en circuito del MS 2) FT comunitaria con reeducación de la marcha y ejercicios funcionales y terapéuticos (2,25h) vs no tto 3) FT domicilio postura y marcha (10h) vs no tto 4) Ejerc. cardiorrespiratorios y movilidad (57h) vs MS 5) Entrenam. movilidad 10 tareas relacionadas con marcha (9h) vs entrenam. funcional MS 6) FT en domicilio con reeducación de la marcha y recorridos de obstáculos (8h) vs no tto 7) 10 ejercicios progresivos para mejorar el patrón de marcha y la transferencia de peso (48h) vs no tto 8) Entrenam. en circuito de F y R progresivas orientadas a la tarea (6h) vs no tto 9) Tareas duales + actividades marcha (6h) vs no tto	No diferencias entre grupos (GI vs GC) al finalizar intervención en función de marcha ni en BI Hubo diferencias entre grupos (GI vs GC) al finalizar el tratamiento en velocidad de marcha y 6MWT (> mejora en GI)* A los 3 meses sólo hubo diferencias entre grupos (GI vs GC) en la Fon de la marcha (basado solo en 1 estudio de 150 sujetos)	Escasez de ECA de alta calidad con un elevado número de sujetos Variabilidad en déficits y discapacidad de los sujetos con ictus crónico Diversidad de variables de resultado
Wevers y cols., 2009. Países Bajos	MEDLINE, Cochrane, PEDro, EMBASE, SPORTDiscus y CINAHL	Hasta marzo 2008	6 (todos ≤ 7 en escala PEDro menos un ECA que puntuó 4)	Ictus (>18 años)	Clase de entrenamiento en circuito orientado a la tarea en la reeducación de la marcha vs: - Entrenamiento del MS (4 estudios) - Relajación en sedestación (1 estudio) - Ningún tratamiento (1 estudio)	Resumen tamaños efecto significativos* a favor clase de entrenam. en circuito orientado a la tarea para 6MWT, velocidad marcha y TUG Resumen tamaños efecto no significativos para test del paso (3 ECAs) y control del equilibrio con BBS (2)	Pocos ECAs Variabilidad en intervenciones Sesgo de publicación (dificultad publicar ECAs pequeños con resultados no significativos)

BD, bases datos revisadas; ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; entrenam., entrenamiento; MI, miembro inferior; MS, miembro superior; FT, fisioterapia; Ejerc., ejercicios; tto, tratamiento; diferencias, diferencias estadísticamente significativas; GI, grupo intervención; GC, grupo control; 6MWT, 6-min walk test; \*, diferencias estadísticamente significativas; TUG, timed get up and go; BBS, escala del equilibrio de Berg

## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 5.** Resumen sobre evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: revisiones sistemáticas y metaanálisis (2010)

Revisión	BD	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Lubetzky-Vilnai y Kartin, 2010. EE. UU.	PubMed, CINAHL y PEDro	2006-2010	22 (≥ 4 AACPDM Quality Rating)	Ictus agudo (30-92 años), subagudo y crónico (36-85 años)	Efecto del entrenamiento del equilibrio en el funcionamiento del mismo: <i>Fase aguda (0-6 meses tras ictus):</i> 1) Equilibrio en BIP vs FT cv 2) Terapia grupal vs terapia individual 3) Enfoque centrado en el paciente vs enfoque centrado en el terapeuta 4) Entrenamiento intensivo vs FT cv 5) Entrenamiento con soporte peso corporal vs FT cv 6) Programa de reaprendizaje motor vs FT cv <i>Fase subaguda (6-12 meses tras ictus):</i> 7) Ejercicios de equilibrio con aparato portátil + FT cv vs FT cv (2 estudios) 8) Programa multisensorial + entrenamiento de marcha vs FT ND <i>Fase crónica (&gt;12 meses tras ictus):</i> 9) Terapia grupal vs nada o FT cv (7 estudios) 10) Terapia individual modificando base de soporte, realizando alcances o con un aparato de entrenamiento kinestésico vs nada o FT cv (4 estudios)	<i>Fase aguda:</i> En general, ambos grupos ↑equilibrio* tras la FT, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas entre grupos. Excepto 6) que obtiene un >↑ de equilibrio en grupo de reaprendizaje motor vs FT cv* <i>Fase subaguda:</i> En general, ambos grupos ↑equilibrio* tras la FT, sin demostrar la ventaja de las intervenciones específicas para reeducar el equilibrio ya que se obtuvieron resultados contradictorios según artículo <i>Fase crónica:</i> El equilibrio puede mejorar en la fase crónica del ictus, incluso en participantes con más de 10 años. El entrenamiento puede ser individual, corto e intenso (10 días) o grupal, por un periodo más largo de tiempo (de 8 sem a 6 meses) a una intensidad menor	Sólo inglés La mayoría de ECAs no realizó evaluaciones a largo plazo y presentó muestras pequeñas Con frecuencia los sujetos se expusieron a varios tratamientos junto a los ejercicios de equilibrio

BD; bases datos revisadas; ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; BIP, bipedestación; FT cv, fisioterapia convencional; FT ND, fisioterapia enfoque neurodesarrollo; \*, diferencias estadísticamente significativas

## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 6.** Resumen sobre evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: revisiones sistemáticas y metaanálisis (2012)

Revisión	BD	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Hollands y cols., 2012. Reino Unido	Cochrane, MEDLINE, EMBASE, CINAHL, AMED, NIH, National Institute of Clinical Studies, Otseeker, OT Search, PEDro, Chartered Society of Physiotherapy Research Database y REHABDATA	Hasta 2011	33 (solo 9 ECAs, resto casos clínicos y estudios no aleatoriz.)	Ictus	Intervenciones en la coordinación de la marcha: 1) Práctica específica de la tarea de caminar (13 artículos) 2) Ortesis tobillo-pie o estimulación eléctrica funcional (7) 3) Señalización auditiva (6) 4) Ejercicio (4) 5) Imaginería (2) 6) Entrenamiento del equilibrio (1)	(Metaanálisis de 19 estudios)  En general, efecto moderado positivo en coordinación marcha. Solo 6) mostró un efecto significativamente positivo en > mayor simetría de marcha En general, mejorías significativas en velocidad marcha. 6) mostró el mayor efecto; 1) y 4) tuvieron efectos pequeños pero positivos; 2) menor cambio	Se incluyeron estudios sin aleatorización que podrían tener sesgo a favor de un efecto beneficioso, por tanto, tratar resultados con precaución La mayoría de estudios incluidos evalúan la coordinación a través de índices de simetría de la marcha por lo que esta revisión está limitada por el grado en que la simetría refleja la coordinación de la marcha
Mehta y cols., 2012. Canadá (a)	MEDLINE, CINAHL, EMBASE y Scopus	1980-junio 2012	7 (1 puntuó 5 en escala PEDro, resto buena calidad = 6-8)	Ictus (≥18 años) en fase crónica (≥ 6 meses tras ictus)	Acondicionamiento cardiovascular en la marcha (velocidad y distancia): 1) Ejercicio aeróbico de alta intensidad al 60-80% de la frecuencia cardíaca de reserva (5 ECAs) 2) Ejercicio aeróbico a 40-50% de la frecuencia cardíaca máxima (1) 3) Ejercicio en casa + llamadas telefónicas semanales (1)	Efecto moderado significativo en la distancia total recorrida (6MWT) tras la intervención (5 ECAs) que no se mantuvo en el seguimiento (de 3 a 6 meses) No se apreció mejoría significativa de la velocidad de marcha confortable (6 ECAs) tras la intervención	Nº limitado de ECAs

BD; bases datos revisadas; ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; aleatoriz., aleatorizados; 6MWT, 6-min walk test

## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 7.** Resumen sobre evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para reeducación del equilibrio y marcha: RS y metaanálisis (2012-13)

Revisión	Bases datos	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Mehta y cols., 2012. Canadá (b)	MEDLINE, CINAHL, EMBASE y Scopus	1980-junio 2012	10 (indica que se evalúa con escala PEDro pero no muestra resultados)	Ictus ( $\geq 18$ años) en fase crónica ( $\geq 6$ meses tras ictus)	Entrenamiento de R en la marcha (velocidad y distancia): 1) Entrenamiento en R progresiva (5 ECAs) 2) Entrenamiento de R progresiva orientado a tareas funcionales (3) 3) Retroalimentación de F (1) 4) Entrenamiento de F isocinética (1)	Aumento significativo de la velocidad de marcha confortable (9 ECAs) tras la intervención que no se mantuvo a los 3 meses Aumento significativo de distancia total recorrida (6MWT) tras la intervención (8 ECAs) que no se mantuvo a los 3 meses	Poco tamaño muestral y falta de seguimiento de la evolución a largo plazo
Cabanas-Valdés, Cuchi y Bagur-Calafat, 2013. España	Cochrane, MEDLINE, EMBASE, CINAHL, PEDro, Scielo, Web of Science, Scopus y REHABDATA	1966-noviembre 2012	11 (escala PEDro entre 3 y 8, media=6,3)	Ictus ( $\geq 18$ años) subagudo ( $< 3$ meses) o crónico ( $\geq 3$ meses)	Ejercicios de entrenamiento del tronco (EET) en el equilibrio funcional en SED y en la función del tronco: 1) EET + FT cv vs FT cv (2 ECAs) 2) EET (superficie inestable) + FT cv vs FT cv 3) EET + FT cv vs FT cv + placebo 4) EET (SED modificada) + Concepto Bobath vs Concepto Bobath 5) EET (SED modificada) + FT cv vs FT cv 6) EET (SED modificada) + FT cv vs Concepto Bobath + FT cv 7) EET (SED) vs placebo 8) EET (SED) + FT cv vs FT cv + placebo 9) EET (superficie inestable) + FT cv vs EET + FT cv 10) EET (SED superficie inestable) + FT cv vs EET (SED)	<i>Desempeño del tronco y equilibrio funcional en SED:</i> entre grupos, EET > distancia máxima hacia delante, mismo lado y contralateral tras intervención* (Test de alcance modificado), > carga de peso en dirección hacia delante y contralateral*, % de activación muscular en MI parético en las 3 direcciones (tibial anterior y sóleo)* <i>Equilibrio en BIP:</i> entre grupos, la carga en el MI parético durante el paso de SED a BIP mejoró* con EET Marcha: entre grupos, mejor puntuación* EET en Brunel Balance Assessment, Dynamic Gait Index y la escala de marcha de Tinetti	Sesgos por limitaciones en la calidad metodológica de los ECAs incluidos (incapacidad cegar terapeutas y/o pacientes, tamaños de muestra pequeños y pocos artículos con análisis por intención de tratar)

ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; R, resistencia; F, fuerza; 6MWT, 6-min walk test; FT cv, fisioterapia convencional; SED, sedestación; MI, miembro inferior; \*, diferencias estadísticamente significativas

## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 8.** Resumen sobre evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: revisiones sistemáticas y metaanálisis (2013)

Revisión	Bases datos	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Saunders y cols., 2013. Reino Unido	Cochrane, MEDLINE, EMBASE, CINAHL, SPORTDiscus, Science Citation Index Expanded, Web of Science, PEDro, REHABDATA, theses.com, controlled-trials.com y strokecenter.org	Hasta enero 2013	45 (baja o moderada calidad)	Ictus ( $\geq 18$ años)	Entrenamiento estado físico: 1) FT cardiorrespiratoria (22 estudios): - Entrenamiento en circuito (2) - Entrenamiento acuático (1) - Cicloergómetro (4) - Ergómetro Kinetron (2) - Cinta de marcha (11) - Reeducación de la marcha (1) - Combinación de cinta de marcha + reeducación de la marcha (1) 2) Entrenamiento de R (8 estudios) - MMII (5) - MMSS (1) - MMSS + MMII (2) 3) Intervenciones de entrenamiento mixto (15) bastante diversas, aunque todas incluyeron actividades funcionales relevantes: - Entrenamiento MMII (8) - Entrenamiento MMSS (1) - Entrenamiento MMII + MMSS (6)	1) Mejoría de la marcha *(velocidad máxima, velocidad de marcha de preferencia, distancia recorrida en 6MWT, puntuación BBS) al finalizar la intervención 2) Insuficientes datos para valorar este tipo de intervención 3) El entrenamiento mixto cuando incluyó la reeducación de la marcha aumentó velocidad de marcha de preferencia y distancia recorrida en 6MWT* y hubo evidencia, aunque más débil, respecto a la mejora del equilibrio  9 muertes ocurrieron antes de la finalización de la intervención y siete al finalizar el seguimiento	La variabilidad, la calidad metodológica limitada de los estudios incluidos y los tamaños de muestra relativamente pequeños dificultan la generalización de los resultados

ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; FT, fisioterapia; R, resistencia; MMII, miembros inferiores; MMSS, miembros superiores; 6MWT, 6-min walk test; BBS, escala del equilibrio de Berg; \*, diferencias estadísticamente significativas

## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 9.** Resumen sobre evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: revisiones sistemáticas y metaanálisis (2014)

Revisión	BD	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Pollock y cols., 2014. Reino Unido	Cochrane, MEDLINE, EMBASE, AMED y CINAHL	Hasta dic 2012 (en CINAHL desde 1982)	96 (menos del 50% de los estudios fueron de buena calidad, además en la mayoría la información relacionada con la calidad no fue clara)	Ictus (>18 años)	Enfoques de rehabilitación física: 1) Entrenam. tareas funcionales (101 interv): - 20 incluyeron solo componentes entrenam. en tareas funcionales - 26 añadieron: FT neurofisiológica (6), modalidad (2), FT_ME pasiva (9), FT_ME activa (8) y cardiopulmonar (1) - 32 añadieron 2 categorías: FT neurofisiológica (11), FT_ME activa y pasiva (13), FT_ME (activa o pasiva) + otra categoría (7) y FT cardiopulmonar y dispositivo de asistencia (1) - 19 añadieron 3 categorías: FT neurofisiológica + FT_ME activa y pasiva (9), neurofisiológica + otras categorías (8) y FT_ME activa y pasiva + otra categoría (2) - 4 añadieron 4 categorías: modalidades + FT_ME activa y pasiva + neurofisiológica (3), dispositivos de asistencia + FT_ME activa y pasiva + neurofisiológica (1) y modalidades + FT_ME activa y pasiva + dispositivos de asistencia (1) 2) FT neurofisiológica (17 intervenciones): - 12 añadieron otros componentes (FT_ME activa y/o modalidades, 5) 3) FT_ME activa y pasiva (1 intervención) 4) FT_ME pasiva (2 intervenciones) 5) 1 modalidad solo (1 interv- acupuntura)	Comparada con ningún tto, la FT tuvo un efecto beneficioso* en la recuperación funcional (27 estudios, en escalas de independencia en AVD) y este efecto persistió más allá de la duración de la intervención Comparada con cuidados usuales o situación control, la FT demostró > recuperación función motora* (12 estudios) y velocidad de marcha* (14) En ambas comparaciones, el análisis por subgrupos reveló la importancia de la dosis: 30-60 min de 5 a 7 s/sem aportan beneficio significativo*. También el corto tiempo transcurrido entre el ictus y el inicio de la FT se asocia a beneficio significativo* No hubo diferencias entre los diversos enfoques de FT respecto a la independencia en las AVD (8 estudios) o la función motora (9)	Calidad de los estudios incluidos Heterogeneidad de los estudios incluidos: intervención realizada y características de los participantes (secuelas, tiempo desde el ictus, etc.)

BD; bases datos revisadas; dic, diciembre; ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; entrenam., entrenamiento; interv, intervención/es; FT, fisioterapia; FT\_ME, fisioterapia musculoesquelética; tto, tratamiento; AVD, actividades de la vida diaria; min, minutos; s, sesiones; sem, semanas; \*, diferencias estadísticamente significativas

## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 10.** Resumen sobre evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: RS y metaanálisis (2014)

Revisión	Bases datos	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Verbeek y cols., 2014. Países Bajos	PubMed, EMBASE, CINAHL, Cochrane, DARE, HTA, EED, PEDro y SPORTDiscus  (Hasta agosto 2011)	467 (ECAs → escala PEDro ≥4, media =6)	Ictus (≥18 años)	Interv FT en marcha y movilidad: 1) Movilización precoz 2) Entrenam. equilibrio en SED 3) Entrenam. SED a BIP y viceversa 4) Entrenam. equilibrio en BIP 5) Entrenam. equilibrio en actividades 6) Entrenam. cinta de marcha con SPP 7) Entrenam. de marcha con asistencia electromecánica 8) Entrenam. cinta de marcha sin SPP 9) Entrenam. de marcha en el suelo 10) Estimulación rítmica auditiva 11) Marcha en comunidad 12) Entrenam. movilidad con RV 13) Entrenam en clase en circuito 14) Ejerc mediados por cuidadores 15) Ortesis para la marcha 16) Ejercicios en el agua 17) Interv para mejorar función somatosensorial en el MI parético 18) EE MI parético 19) BioFB_EMG MI parético 20) Ejerc F para el MI parético 21) Ejercicios cardiorrespiratorios 22) Ejerc cardiorrespiratorios y de F 23) Enfoque neurodesarrollo (Bobath)	1) No efecto en complicaciones, deterioro neurológico, fatiga, independencia AVD (3 meses o alta al domicilio) 2) Entrenam.+ allá longitud MS produjo EP* en equilibrio en SED 3) Efectos no significativos 4) EP* en control postural con entrenam. + feedback F y posición (fase crónica) 5) EP* en AVD y equilibrio 6) EP* v. marcha confortable y distancia 7) Sin EE funcional: EP* v. marcha máx, distancia, frecuencia cardíaca pico y AVD Con EE funcional: EP* en equilibrio y marcha (fase RHB temprana) 8) EP* en v. máxima y anchura del paso 9) EP* ansiedad sujetos con marcha independiente 10), 11), 12), 15), 17) y 19) Efectos no significativos 13) EP* en distancia, equilibrio, marcha y actividad física 14) EP* en AVD y carga del cuidador 16) EP* en F muscular 18) NMS: EP* función motora MI parético, F y tono musc. EMG-NMS: Efectos no significativos. TENS: EP* en F musc y marcha. 20) EP* F, tono musc, cadencia, longitud zancada y simetría marcha 21) EP* capacidad aeróbica, carga trabajo y función respiratoria 22) EP* en función motora del MI parético, F musc, v. marcha confortable, distancia, capacidad aeróbica, frecuencia cardíaca de trabajo, equilibrio, actividad física y calidad de vida. 23) Igual efectivo que otras interv en F músculos rodilla, carga máx peso MI parético, equilibrio, coordinación y distancia caminada. No favorable en función motora, v., patrón espacio-temporal de la marcha. Resultados mejores si se combina con otra intervención	Solo ECAs en inglés, francés, alemán, español, portugués y holandés) No búsqueda actas congresos No realizar metaanálisis de datos pacientes individuales Falta de corrección de múltiples ensayos y de investigación sistemática del sesgo de notificación.

ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; RV, realidad virtual; interv, intervención; entrenam., entrenamiento; SPP; suspensión parcial del peso; ejerc, ejercicios; MI, miembro inferior; EE, electroestimulación; BioFB\_EMG, Biofeedback electromiográfico; AVD, actividades de la vida diaria; SED, sedestación; F, fuerza; EP\*, efecto positivo estadísticamente significativo; v., velocidad; musc, muscular; interv, intervenciones; máx, máximo; NMS, estimulación neuromuscular; EMG-NMS, estimulación neuromuscular activada por electromiografía; TENS, electroestimulación transcutánea



## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 11.** Resumen sobre evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: RS y metaanálisis (2015)

Revisión	Bases datos	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Barclay y cols., 2015. Canadá	Cochrane, PubMed, EMBASE, CINAHL, PsyclINFO, Scopus, Web of Science, SPORTDiscus, PEDro, CIRRIE y REHABDATA	Hasta nov 2013 (excepto hasta sep 2014)	5 (baja puntuación por elevado número de sujetos perdidos y no cegamiento del grupo en qué estaban)	Ictus (≥18 años)	Reeducación de la marcha en la comunidad: 1) Entrenam. en comunidad del participante (cruzando calles, parque, etc.) 2s/sem x7sem vs 14 s FT basadas en programa de reaprendizaje motor (2s/sem x 7 sem) 2) Hasta 7 s individualizadas de TO en 3 meses (ayudas, información transportes, estrategias vencer miedo, acompañamiento) vs 1 única sesión de TO cv 3) 1h/día de FT cv (Concepto Bobath) + 12h (1h/s, 3s/sem x 4 sem) caminando entornos dificultad creciente vs 1h/s de FT cv Bobath + entrenam. cinta marcha 4) Cinta de marcha con RV de entornos típicos de la ciudad (20min/s, 3s/sem x 3 sem) vs cinta de marcha con instrucciones para ir salvando obstáculos (20min/s, 3s/sem x 3 sem) 4) Práctica imaginaria integrada (9min/s, 3s/sem x 4sem) vs ejercicios del MS (9min/s, 3s/sem x 4sem)	No hubo diferencias entre grupos en las variables participación, Test de Marcha en la Comunidad, Cuestionario de habilidad de marcha, 6MWT ni autoeficacia  Velocidad marcha: diferencias* a favor del subgrupo de tratamiento que entrenó la marcha de exterior o en la comunidad	Pocos estudios y calidad de la evidencia baja tanto para el resultado de participación como el de v. de marcha, por lo que se necesita mayor investigación en esta área
Duarte de Almeida y cols., 2015. Portugal	PubMed, Cochrane, PEDro y EMBASE	1980-2014	9 (solo 1 ECA escala PEDro<4, resto de 5 a 8, media 6,4)	Ictus (≥18 años)	Intervenciones en las que el fisioterapeuta utiliza sus manos en contacto directo con el cuerpo del paciente: 1) Facilitación + cinta de marcha con suspensión parcial del peso (1 ECA) 2) Concepto Bobath (1) 3) Movilización pasiva con estimulación táctil (1) 4) FT cv con facilitación manual (1) 5) Ejercicios pasivos de amplitud de movimiento (1) 6) Masaje lento de espalda (1) 7) FNP para la reeducación de la marcha (1) 8) Caminar hacia atrás + facilitación (1)	1) No eficaz en marcha 2) y 3) No eficaz en MS 4) No eficaz F <sub>on</sub> marcha. Eficaz en v. marcha y par de fuerza pico de la rodilla 5) No eficaz independencia funcional MS y MI, eficaz movimiento articular MS y MI y ↓ dolor 6) Eficaz ↓ dolor hombro 7) y 8) Eficaz en marcha	Nº limitado de ECAs Heterogeneidad intervenciones y medidas de resultado (impide realizar metaanálisis) Tiempo extra terapia (7 ECAs)

nov; noviembre; sep, septiembre; ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; entrenam., entrenamiento; s, sesiones; sem, semanas; FT, fisioterapia; TO, terapia ocupacional; FT cv, fisioterapia convencional; TO cv, terapia ocupacional convencional; RV, realidad virtual; MS, miembro superior; v., velocidad; FNP, facilitación neuromuscular propioceptiva; 6MWT, 6-min walk test; \*, diferencias estadísticamente significativas

## Anexo 2 (continuación). Resumen sobre la evidencia científica basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis

**Tabla 12.** Resumen de la evidencia científica en fisioterapia convencional tras ictus para la reeducación del equilibrio y la marcha: revisiones sistemáticas y metaanálisis (2014)

Revisión	BD	Años	Nº ECAs	Población	Intervenciones	Resultados	Limitaciones
Nascimento y cols., 2015. Brasil	MEDLINE, EMBASE, CINAHL y PEDro	Hasta agosto 2013	7 (de 3 a 7 en la Escala PEDro)	Ictus (de 55 a 72 años) en fase aguda o subaguda (de 2 sem a 15 meses tras ictus)	Entrenamiento de la marcha con pautas de cadencia a través de: 1) Golpes de metrónomo (2 ECAs) 2) Ritmo de la música (3) 3) Música realizada con golpes de metrónomo (2)  vs entrenamiento de marcha sin pautas de cadencia (todos los estudios)	El entrenamiento de la marcha con pautas de cadencia vs el entrenamiento de la marcha solo: - aumenta la velocidad de marcha en 0,23 m/s más (6 estudios, 171 sujetos) - aumenta la longitud de zancada al caminar en 0,21 m más (6 estudios, 171 sujetos) - aumenta la cadencia de marcha en 19 pasos/min más (5 estudios, 151 sujetos) - aumenta la simetría de la marcha en 15% más (4 estudios, 136 sujetos)	Moderada calidad de los estudios incluidos  Muestras pequeñas
Tang y cols., 2015. Canadá	MEDLINE, EMBASE, PsycINFO y CINAHL	Hasta 4 dic 2014	15 (menos de 10 de buena calidad-escala PEDro=6-8)	Ictus ( $\geq 18$ años), $\geq 3$ meses tras ictus	Autoeficacia para el equilibrio: 1) Ejercicio físico (12 estudios): - Entrenam. marcha (3) - Entrenam. marcha + RV (2) - Videojuegos para estimular el ejercicio físico (1) - Actividad física + Ejercicios movilidad y funcionalidad (4) - Ejercicios dinámicos + vibración todo el cuerpo (1) - Movimientos funcionales + entrenam. conciencia corporal (1) 2) Entrenam. en imaginería motora (3 estudios)	Efecto beneficioso moderado* a favor del grupo intervención (intervenciones de actividad física intensa) en la autoeficacia para el equilibrio tras el tratamiento  En el análisis de los estudios que incluyeron seguimiento (8) no se encontraron diferencias entre grupos en los mismos	Autoeficacia para equilibrio siempre fue un resultado secundario  Diversidad intervenciones  Poco tamaño muestral en los estudios que no permitió realizar análisis por subgrupos

BD; bases de datos revisadas; ECAs, ensayos clínicos aleatorizados; dic, diciembre; entrenam., entrenamiento; RV, realidad virtual; \*, diferencias estadísticamente significativas

### **Anexo 3. Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto (FACHS)**

**Nivel 0: Deambulaci3n imposible o nula.** Incapacidad absoluta para caminar. Ni siquiera lo consigue con ayuda extraordinaria.

**Nivel 1: Deambulaci3n no funcional.** La deambulaci3n s3lo es posible en las barras paralelas, dentro del gimnasio terap3utico, o con ayuda permanente de 1-2 personas.

**Nivel 2: Deambulaci3n de interior o por el domicilio.** La marcha s3lo es posible por terreno llano, con una superficie regular y horizontal; en un 3mbito conocido y controlado, como es el hogar, el hospital o la residencia habitual. Las personas de este nivel funcional no caminan solas por fuera de su casa; s3lo lo hacen cuando van cogidas de otra persona, de forma permanente.

**Nivel 3: Deambulaci3n por el barrio, o alrededor de casa.** Estas personas son capaces de caminar en desnivel y superar alg3n escal3n; pueden caminar por la calle, pero con radio de marcha limitado y restringido. Aunque el radio de marcha puede ser variable, siempre ser3 inferior a los 600 metros, que es la distancia m3nima necesaria para considerar que alguien es independiente por la comunidad, seg3n Lerner-Frankiel *et al* (1986).

**Nivel 4: Deambulaci3n independiente por la comunidad.** Estos sujetos pueden caminar por todo tipo de terreno (irregular, con desniveles, con escaleras, rampas, bordillos, etc.) y no tienen restringido su radio de marcha, que ser3 superior a 600 metros. Lo habitual es que puedan alcanzar una distancia de 1 3 2 Km., incluso 4 3 5 Km. Pero la marcha siempre ser3 anormal, bien por una cojera aparente o por cualquier otro motivo.

**Nivel 5: Deambulaci3n normal.** La marcha es completamente normal, tanto en su 3mbito espacial como en su radio de marcha, o en su aspecto est3tico, sin cojera aparente de ning3n tipo. Pueden caminar de puntillas, de talones y "en t3ndem", con una apariencia de normalidad. La marcha "en t3ndem" es la que consideramos como prueba de normalidad o "prueba del 5".

*Normas para su aplicaci3n:* La asignaci3n del nivel funcional de marcha a un sujeto determinado se efect3a en funci3n de la observaci3n de la marcha que hacemos en la consulta, explorando la marcha en llano, la facilidad y seguridad en su ejecuci3n y su nivel de independencia. Tambi3n debemos considerar las descripciones de los familiares, o el paciente, sobre su capacidad de marcha, especialmente el 3mbito espacial en que se desarrolla, ya que no es habitual poder explorar c3mo sube/baja escaleras o rampas. El hecho de que precisen la ayuda de andador, bast3n o muletas, no influye a la hora de clasificarlos en uno u otro nivel funcional. En cualquier caso lo anotamos en la Historia Cl3nica, junto al nivel funcional.

#### Anexo 4. Aprobación del estudio por el CEIC del HUIP La Fe



##### DICTAMEN DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Don Serafín Rodríguez Capellán, Secretario del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario La Fe,

##### CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado en su sesión de fecha 23 de agosto de 2011, el Proyecto de Investigación titulado "VALORACION DE LA EFICACIA DE UN PROTOCOLO DE FISIOTERAPIA PARA LA RECUPERACION DE LA MARCHA TRAS ICTUS, BASADO EN CRITERIOS CLINICO-FUNCIONALES", con nº de registro 2011/0417 y se ajusta a las normativas éticas sobre investigación biomédica con sujetos humanos y es viable en cuanto al planteamiento científico, objetivos, material y métodos, etc, descritos en la solicitud, así como la Hoja de Información al Paciente y el Consentimiento Informado.

En consecuencia este Comité acuerda emitir **informe favorable** de dicho Proyecto de Investigación que será realizado en el Hospital Universitario la Fe por el/la **Dr. / Dra. Enrique Visca Herrero** del servicio de **Rehabilitación** como Investigador Principal.

Miembros del CEIC:

##### Presidente:

Dr. Joaquín Montalar Salcedo. (Jefe de Servicio-Oncología Médica)

##### Vicepresidente - Farmacólogo Clínico:

Dr. Salvador Aliño Pellicer. (Catedrático Farmacólogo Clínico)

##### Secretario- Licenciado en Derecho:

D. Serafín Rodríguez Capellán. (Asesor jurídico)

##### Miembros:

Dr. Melchor Hoyos García. (Gerente del Departamento de salud nº 7-La Fe)

Dra. Adela Cañete Nieto. (Oncología Pediátrica)

Dr. Vicente Martínez Molina. (Ginecología)

Dr. Pablo Miranda Lloret. (Neurocirugía)

Dr. Marino Blanes Juliá. (Unidad de Enfermedades Infecciosas)

Dr. Jorge Pallarés Delgado de Molina. (Jefe de Sección-Anestesia y Reanimación)

Dr. Antonio Salvador Sanz. (Jefe de Servicio-Cardiología)

Dra. Sara Brugger Frigols. (Radiodiagnóstico)

Dr. Juan José Vilchez Padilla. (Jefe de Servicio-Neurología)

Dr. José Francisco Ibor Pica. (Médico de Atención Primaria)

Dra. Remedios Clemente García. (Medicina Intensiva)

Dr. Ramiro Jover Atienza. (Doctor en biología-Universidad de Valencia- Unidad de Bioquímica y Biología Molecular)

Dra. M<sup>a</sup> Luisa Martínez Triguero. (Análisis Clínicos)

Dr. Juan B. Salom Sanvalero. (Unidad de Circulación Cerebral Experimental)

Dr. José Vicente Cervera Zamora. (Hematología)

Dr. José Luis Vicente Sánchez. (Jefe de sección-Unidad de Reanimación)

Dr. Isidro Vitoria Miñana. (Pediatria)

Dra. Belén Beltrán Niclós. (Medicina Digestiva)

Dra. Inmaculada Calvo Penadés. (Reumatología Pediátrica)

Dra. María Tordera Baviera. (Farmacéutica del Hospital)

D<sup>a</sup>. Elena Quintana Gallego. (Farmacéutica de Atención Primaria)

D. Jesús Delgado Ochando. (Diplomado en Enfermería)

D. Vicente Rosales Esteban. (Subdirector Económico)

**Anexo 4 (Continuación).** Aprobación del estudio por el Comité Ético de Investigación Clínica del HUIP La Fe



D. Carlos Tonda Cucarella. (Unión de Consumidores de la Comunidad Valenciana)

Lo que firmo en Valencia, a 23 de agosto de 2011



Fdo.: Don Serafín Rodríguez Capellán  
Secretario del Comité Ético de Investigación Clínica

## Anexo 5. Hoja informativa para el participante y su familia



### HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

Versión de la HIP:	Fecha de la versión: 10/07/2011
Investigador Principal: Enrique Viosca Herrero	Servicio de Medicina Física y Rehabilitación
CENTRO: HOSPITAL UNIVERSITARIO LA FE	
Título del proyecto de investigación: Valoración de la eficacia de un protocolo de fisioterapia para la recuperación de la marcha tras ictus, basado en criterios clínico-funcionales.	

#### 1. INTRODUCCIÓN:

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica correspondiente.

Nuestra intención es tan sólo que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en este estudio. Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir después de la explicación. Además, puede consultar con las personas que considere oportunas.

#### 2. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA:

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir no participar y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

#### 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO:

El estudio en que va a participar pretende mejorar el tratamiento fisioterápico de la marcha tras el ictus. Para ello, de manera aleatoria, será asignado al grupo de fisioterapia convencional o al grupo que además de la fisioterapia convencional realizará ejercicios específicos según su nivel de sedestación, bipedestación y marcha. Además, una vez al mes, coincidiendo siempre que sea posible, con sus sesiones de fisioterapia o alguna visita al hospital será necesario realizar pruebas de evaluación del equilibrio y la marcha. Cada una de las pruebas tiene una duración aproximada de hora y media. Las pruebas se extenderán durante seis meses y consistirán en lo siguiente:

- Pruebas para la valoración de su estado funcional (cuestionarios clínicos con preguntas que usted debe responder).
- Pruebas de equilibrio.
- Pruebas de marcha (caminar).

Las pruebas se van a realizar a un total de 50 personas, que, como usted, han sufrido un ictus. Su médico le ha elegido porque cumple los requisitos necesarios para llevar a cabo el estudio.

## **Anexo 5 (continuación). Hoja informativa para el participante**

### **4. BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:**

No se derivará NINGÚN BENEFICIO directo para usted, sin embargo su participación puede contribuir al conocimiento de un protocolo de tratamiento fisioterápico más adecuado para recuperar la marcha tras ictus, y otras personas se podrán beneficiar de estos avances sanitarios.

Por otra parte, tampoco se deriva NINGÚN RIESGO adicional para usted, ni supone ningún perjuicio para su salud puesto que se va a llevar a cabo la misma pauta de fisioterapia que si no estuviera incluido en el mismo.

### **5. Nº DE URGENCIA PARA PROBLEMAS DEL ESTUDIO:**

En caso de que desee formular preguntas acerca del estudio o daños relacionados con el mismo, contactar con el médico del estudio Dr. Enrique Viosca en el número de teléfono 961245867.

### **6. CONFIDENCIALIDAD:**

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes, se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio. Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y sólo su médico del estudio o colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones, en caso de urgencia médica o requerimiento legal.

Sólo se tramitarán a terceros y a otros países los datos recogidos para el estudio, que en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, nº de la seguridad social, etc... En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad como mínimo con el nivel de protección de la legislación vigente en nuestro país.

El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio, colaboradores, autoridades sanitarias (Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios), al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente. El acceso a su historia clínica ha de ser sólo en lo relativo al estudio.

### **7. COMPENSACIÓN ECONÓMICA:**

El promotor del estudio es el responsable de gestionar la financiación del mismo, por lo que su participación en éste no le supondrá ningún gasto.

## Anexo 6. Documento de consentimiento informado



### MODELO DE CONSENTIMIENTO POR ESCRITO

Título del estudio: Valoración de la eficacia de un protocolo de fisioterapia para la recuperación de la marcha tras ictus, basado en criterios clínico-funcionales.

Yo, *(nombre y apellidos)*

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con: *(nombre del investigador)*

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1º Cuando quiera

2º Sin tener que dar explicaciones.

3º Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del Participante

Firma del Investigador

Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:



## Anexo 7. Documento de consentimiento informado oral ante testigos



### MODELO DE CONSENTIMIENTO ORAL ANTE TESTIGOS

Título del estudio: Valoración de la eficacia de un protocolo de fisioterapia para la recuperación de la marcha tras ictus, basado en criterios clínico-funcionales.

Yo, *(nombre y apellidos)*

He recibido la hoja de información sobre el estudio.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He sido informado por: *(nombre del investigador)*

Declaro bajo mi responsabilidad que: *(nombre del participante del estudio)*

Comprende que su participación es voluntaria.

Comprende que puede retirarse del estudio:

1º Cuando quiera

2º Sin tener que dar explicaciones.

3º Sin que esto repercuta en sus cuidados médicos.

Y ha prestado libremente su conformidad para participar en el estudio.

Firma del testigo

Firma del Investigador

Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:

**Anexo 8.** Documento de autorización de la imagen con fines científicos



**AUTORIZACIÓN**

D/D<sup>a</sup> \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_

Telf. \_\_\_\_\_ e-mail \_\_\_\_\_

**MANIFIESTA**

I.- Que autoriza que su imagen pueda ser utilizada para la evaluación de la evolución del tratamiento fisioterápico.

II.- Que autoriza que su imagen pueda ser utilizada para la difusión educativa y científica de su tratamiento y evaluación fisioterápica.

Y para que así conste a todos los efectos, firmo la presente autorización en

Valencia, a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

Firmado \_\_\_\_\_

Bulevar Sur, s/n. 46026 Valencia - Tel. 963 862 700 - 961 244 000 - [www.hospital-lafe.com](http://www.hospital-lafe.com)

**Anexo 9. Certificado de estancia en la Fondazione Santa Lucia (Roma)**



**FONDAZIONE SANTA LUCIA**

ISTITUTO DI RICOVERO E CURA A CARATTERE SCIENTIFICO

Ospedale di rilievo nazionale e di alta specializzazione per la riabilitazione neuromotoria  
00179 Roma - Via Ardeatina, 306 - Tel +39 06515011 - Fax +39 065032097 - [www.hsantalucia.it](http://www.hsantalucia.it)

***Unità Operativa A e Sezione Mielolesi***

Tel +39 06 51501601 - Fax: +39 0651501679 - e-mail: [uop.a@hsantalucia.it](mailto:uop.a@hsantalucia.it)

Direttore dr. Marco Molinari

Rome, 18th of December 2012

To whom it may concern,


Mrs Maria Luz Sanchez Sanchez with Identity Document (53052188-C) collaborated with our research laboratory in the Fondazione Santa Lucia from the 19th of September to the 21th of December 2012 within the context of European Community founded project BETTER BNCI-driven Robotic Physical Therapies in Stroke Rehabilitation of Gait Disorders (contract FP7-ICT-2009-247935).

During this period Mrs Sanchez has supported our research team during Lokomat experimental sessions and has participated in the development and testing process of a new Motorized Ankle Foot Orthosis.

Prof. Carlo Caltagirone   
The Scientific Director

IL DIRETTORE SCIENTIFICO  
Prof. Carlo Caltagirone

Dr. Marco Molinari  
Director Spinal Cord Unit

  
FONDAZIONE SANTA LUCIA - IRCCS  
Dr. Marco MOLINARI  
Chirurgo Medico - Direttore U.O. \*  
Specialista in Neurologia  
Specialista in Medicina Fisica e Riabilitazione

C.F.: 97138260589 - P-IVA 05692831000

## **Anexo 10.** Clasificación funcional de la Bipedestación del Hospital de Sagunto (BipHS)

**Nivel 0: Bipedestación imposible o nula.** La bipedestación es imposible por cualquier motivo: mal estado general, hipotensión ortostática, vértigo, ictus severo, etc. Ni siquiera es posible en el plano inclinado.

**Nivel 1: Bipedestación no-funcional o completamente dependiente.** La bipedestación es tan precaria que solo es posible con un bipedestador o en las espaldaras, o con el paciente fuertemente cogido por uno o dos exploradores, de los 2 brazos o del cuerpo.

**Nivel 2: Bipedestación mano-dependiente o con apoyo.** Para bipedestar tan solo necesita algún punto de apoyo, o un contacto de una o las dos manos. Es el propio paciente el que se apoya, pero sin necesitar ser sujetado por parte del observador.

**Nivel 3: Bipedestación libre, independiente, de corta duración.** El sujeto mantiene la bipedestación solo, sin ayuda del explorador y sin ningún apoyo externo, con los ojos abiertos y los pies separados. Se mantiene durante un mínimo de 5 segundos ( $\geq 5$  segundos,  $< 3$  min).

**Nivel 4: Bipedestación prolongada o evolucionada, pero anormal.** El paciente mantiene mucho tiempo la bipedestación ( $\geq 3$  min). Pero, por el motivo que sea, la bipedestación es anormal, bien porque se desestabiliza fácilmente ante pequeños empujones, o bien porque sea claramente asimétrica la postura del tronco, o por temblor o ataxia de tronco.

**Nivel 5: Bipedestación normal.** La bipedestación es estable y "normal" desde el punto de vista de la estética; además la mantiene sin ninguna limitación de tiempo, incluso con los ojos cerrados y los pies juntos. Ni siquiera se cae ante empujones moderados o importantes. La prueba de que es normal, o "prueba del 5" consiste en que se mantiene en apoyo monopodal durante más de 5 segundos ( $\geq 5$  segundos).

## Anexo 11. Escala del Equilibrio de Berg (BBS)

PASO DE SEDESTACIÓN A BIPEDESTACIÓN	Capaz de levantarse sin usar las manos y estabilizarse de forma independiente	4
	Capaz de levantarse solo, usando las manos	3
	Capaz de levantarse usando las manos tras varios intentos	2
	Necesita ayuda mínima para levantarse o estabilizarse	1
	Necesita ayuda moderada o máxima para levantarse	0
BIPEDESTACIÓN SIN APOYOS	Capaz de permanecer de pie 2 minutos con seguridad	4
	Capaz de permanecer de pie 2 minutos bajo supervisión	3
	Capaz de permanecer de pie 30 segundos sin apoyo	2
	Necesita varios intentos para permanecer de pie 30 segundos sin apoyo	1
	Incapaz de permanecer de pie 30 segundos sin ayuda	0
SEDESTACIÓN SIN RESPALDO, CON LOS PIES EN EL SUELO	Capaz de permanecer sentado durante 2 minutos con seguridad y firmeza	4
	Capaz de permanecer sentado durante 2 minutos bajo supervisión	3
	Capaz de permanecer sentado durante 30 segundos	2
	Capaz de permanecer sentado durante 10 segundos	1
	Incapaz de permanecer sentado sin respaldo durante 10 segundos	0
PASO DE BIPEDESTACIÓN A SEDESTACIÓN	Se sienta con seguridad, con uso mínimo de las manos	4
	Controla el descenso usando las manos	3
	Hace contactar las pantorrillas con la silla para controlar el descenso	2
	Se sienta solo, pero el descenso no es controlado	1
	Necesita ayuda para sentarse	0
TRANSFERENCIAS (pasar de una silla sin reposabrazos a otra con ellos y volver a la primera)	Capaz de transferir con seguridad, con mínimo uso de las manos	4
	Capaz de transferir con seguridad, usando claramente manos	3
	Capaz de transferir con apoyo verbal y/o supervisión	2
	Necesita la ayuda de una persona	1
	Necesita ayuda o supervisión de dos personas para hacerlo con seguridad	0
PERMANECER DE PIE SIN APOYO CON LOS OJOS CERRADOS	Capaz de permanecer de pie 10 segundos con seguridad	4
	Capaz de permanecer de pie 10 segundos bajo supervisión	3
	Capaz de permanecer de pie 3 segundos	2
	Incapaz de mantener los ojos cerrados durante 3 segundos, pero permanece	1
	Necesita ayuda para evitar la caída	0
PERMANECER DE PIE SIN APOYO CON LOS PIES JUNTOS	Capaz de permanecer de pie con los pies juntos durante 1 minuto con seguridad	4
	Capaz de permanecer de pie con los pies juntos durante 1 minuto con supervisión	3
	Capaz de permanecer de pie con los pies juntos durante 30 segundos	2
	Necesita ayuda para mantener la posición pero es capaz de permanecer 15 segundos con los pies juntos	1
	Necesita ayuda para mantener la posición y es incapaz de permanecer 15 segundos	0

## Anexo 11 (continuación). Escala del Equilibrio de Berg (BBS)

INCLINARSE HACIA DELANTE CON LOS BRAZOS EXTENDIDOS	Puede inclinarse hacia delante con seguridad > 10 pulgadas (> 25 cm)	4
	Puede inclinarse hacia delante con seguridad > 5 pulgadas (> 12,5 cm)	3
	Puede inclinarse hacia delante con seguridad > 2 pulgadas (> 5 cm)	2
	Se inclina hacia delante pero necesita supervisión	1
	Necesita ayuda para evitar caerse	0
COGER OBJETOS DEL SUELO	Capaz de coger la zapatilla con seguridad y facilidad	4
	Capaz de coger la zapatilla, pero necesita supervisión	3
	Incapaz de cogerla, pero se acerca hasta 2-5 cm y mantiene el equilibrio solo	2
	Incapaz de cogerla y necesita supervisión mientras lo intenta	1
	Incapaz de hacerlo y necesita ayuda para evitar la caída	0
GIRARSE PARA MIRAR ATRÁS, POR ENCIMA DE LOS HOMBROS IZQUIERDO Y DERECHO	Mira atrás por ambos lados y mantiene bien el equilibrio	4
	Mira atrás solo por un lado, por el otro mantiene peor el equilibrio	3
	Gira hacia un lado solamente pero mantiene el equilibrio	2
	Necesita supervisión mientras hace el giro	1
	Necesita ayuda para evitar caerse	0
GIRO DE 360°	Capaz de girar con seguridad en < 4 segundos por ambos lados	4
	Capaz de girar en < 4 segundos solo por un lado	3
	Capaz de girar 360° con seguridad pero más lentamente	2
	Necesita supervisión o apoyo verbal	1
	Necesita ayuda mientras gira	0
CONTAR EL NÚMERO DE VECES QUE PUEDE PONER EL PIE SOBRE UN TABURETE (alternando pies)	Capaz de permanecer de pie solo y completar 8 pasos (toques) en 20 segundos	4
	Capaz de permanecer de pie solo y completar 8 pasos (toques) en más de 20 segundos	3
	Capaz de completar 4 pasos (toques) sin ayuda, con supervisión	2
	Capaz de completar más de 2 pasos (toques) con asistencia mínima	1
	Necesita asistencia para evitar la caída/ incapaz de hacerlo	0
BIPEDESTACIÓN SIN APOYO, CON UN PIE DELANTE DEL OTRO	Capaz de poner los pies en posición de tándem solo y aguanta 30 segundos	4
	Capaz de poner un pie delante del otro solo y aguanta 30 segundos	3
	Da un pequeño paso, pero se mantiene 30 segundos	2
	Necesita ayuda pero se mantiene 15 segundos	1
	Pierde el equilibrio mientras da el paso o permanece de pie	0
BIPEDESTACIÓN SOBRE UNA PIERNA	Capaz de mantenerse de pie sobre una sola pierna durante más de 10 segundos	4
	Capaz de mantenerse de pie sobre una sola pierna durante 5-10 segundos	3
	Capaz de mantenerse de pie sobre una sola pierna durante 3 segundos	2
	Intenta levantar una pierna, incapaz de mantenerse 3 segundos pero permanece de pie solo	1
	Incapaz de hacerlo o necesita asistencia para evitar la caída	0

**Anexo 12. Índice de Barthel de Actividades Básicas de la Vida Diaria (BI)**

COMER	Totalmente independiente	10
	Necesita ayuda para cortar carne, pan, etc.	5
	Dependiente	0
LAVARSE	Independiente: entra y sale solo del baño	5
	Dependiente	0
VESTIRSE	Independiente: capaz de ponerse y quitarse la ropa, abotonarse, atarse los zapatos	10
	Necesita ayuda	5
	Dependiente	0
ARREGLARSE	Independiente para lavarse la cara, las manos, peinarse, afeitarse, maquillarse, etc.	5
	Dependiente	0
DEPOSICIONES (semana previa)	Continencia normal	10
	Ocasionalmente algún episodio de incontinencia o necesita ayuda para administrarse supositorios o lavativas	5
	Incontinencia	0
MICCIÓN (semana previa)	Continencia normal o es capaz de cuidarse de la sonda si tiene una puesta	10
	Un episodio diario como máximo de incontinencia o necesita ayuda para cuidar de la sonda	5
	Incontinencia	0
USAR EL RETRETE	Independiente para ir al aseo, quitarse y ponerse la ropa, etc.	10
	Necesita ayuda para ir al retrete pero se limpia solo	5
	Dependiente	0
TRASLADARSE	Independiente para ir del sillón a la cama	15
	Mínima ayuda física o supervisión para hacerlo	10
	Necesita gran ayuda, pero es capaz de mantenerse sentado solo	5
	Dependiente	0
DEAMBULAR	Independiente, camina solo 50 metros	15
	Necesita ayuda física o supervisión para caminar 50 metros	10
	Independiente en silla de ruedas sin ayuda	5
	Dependiente	0
ESCALONES	Independiente para bajar y subir escaleras	10
	Necesita ayuda física o supervisión para hacerlo	5
	Dependiente	0

### **Anexo 13. Test Muscular Manual o Escala de Oxford (MMT)**

<b>Descripción</b>	<b>Nivel</b>
No se detecta contracción activa en la palpación ni en la inspección visual	0
Se ve o se palpa contracción muscular pero es insuficiente para producir el movimiento del segmento explorado	1
Contracción débil, pero capaz de producir el movimiento completo cuando la posición minimiza el efecto de la gravedad (sobre el plano horizontal)	2
La contracción es capaz de ejecutar el movimiento completo y contra la acción de la gravedad	3
La fuerza no es completa, pero puede producir un movimiento contra la gravedad y contra una resistencia manual de mediana magnitud	4
La fuerza es normal y contra una resistencia manual máxima por parte del examinador	5



#### **Anexo 14. Escala Modificada de Asworth (MAS)**

<b>Descripción</b>	<b>Nivel</b>
Sin aumento del tono muscular	0
Ligero aumento del tono muscular, manifestado por bloqueo, prensión y liberación o por una resistencia mínima al final del arco de movimiento	1
Ligero aumento del tono muscular, manifestado por prensión seguida de resistencia mínima a lo largo de menos de la mitad del arco de movimiento	1+
Aumento más pronunciado del tono muscular a lo largo de la mayor parte del arco de movimiento, pero la parte afectada se mueve con facilidad	2
Aumento considerable del tono muscular, el movimiento pasivo resulta difícil	3
La parte afectada está rígida	4

### **Anexo 15. Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI)**

Por favor, indique cómo de ciertas son cada una de estas afirmaciones para usted, usando la siguiente escala como guía:

Totalmente en desacuerdo    0    1    2    3    4    5    6    7    Totalmente de acuerdo

- 1        Me gustan estos ejercicios.
- 2        Creo que realizo bien estos ejercicios.
- 3        Me esfuerzo mucho en la realización de los ejercicios.
- 4        Es importante para mí hacer bien los ejercicios.
- 5        Me siento tenso cuando realizo los ejercicios.
- 6        Le pongo mucho empeño a la realización de los ejercicios.
- 7        Los ejercicios me parecen divertidos.
- 8        Los ejercicios me parecen interesantes.
- 9        Estoy satisfecho con como realizo los ejercicios.
- 10       Me siento presionado cuando realizo los ejercicios.
- 11       Siento ansiedad cuando realizo los ejercicios.
- 12       No me esfuerzo mucho al hacer los ejercicios.
- 13       Mientras realizo los ejercicios pienso en lo mucho que me gustan.
- 14       Me siento capaz de realizar los ejercicios.
- 15       Me siento relajado durante los ejercicios.
- 16       Pienso que soy bastante bueno realizando los ejercicios.
- 17       Los ejercicios no atraen mi atención.
- 18       Creo que no estoy capacitado para realizar bien los ejercicios.

## **Anexo 16. Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts (FAC)**

### **Marcha no funcional:**

El paciente no puede andar, anda solo en barras paralelas o requiere asistencia o supervisión física de más de una persona para caminar con seguridad fuera de ellas **0**

### **Marcha dependiente de asistencia física (nivel II):**

El paciente requiere asistencia de no más de una persona durante la marcha en las superficies llanas para prevenir la caída. La asistencia es continua y necesaria para soportar el peso corporal, así como para mantener el equilibrio y la coordinación **1**

### **Marcha dependiente de asistencia física (nivel I):**

El paciente requiere asistencia de no más de una persona durante la marcha en las superficies llanas para prevenir la caída. La asistencia consiste en pequeños toques continuos o intermitentes para ayudar a equilibrarse o coordinar **2**

### **Marcha dependiente de supervisión:**

El paciente puede caminar por superficies llanas sin contacto manual de otra persona, pero por seguridad requiere vigilancia de no más de una persona por diferentes causas **3**

### **Marcha independiente en superficies llanas:**

El paciente puede andar de forma independiente en superficies llanas, pero necesita ayuda o supervisión física para subir escaleras, rampas o superficies con desnivel **4**

### **Marcha independiente:**

El paciente puede deambular de forma independiente en las superficies llanas y con desniveles, escaleras y rampas **5**

## Anexo 17. Escala Neurológica Canadiense (CNS)

		<b>Valoración</b>
<b>I.</b>	<b>Nivel de conciencia</b>	
	Alerta	3
	Obnubilado	1,5
<b>II.</b>	<b>Orientación</b>	
	Orientado	1
	Desorientado o no valorable	0
<b>III.</b>	<b>Lenguaje</b>	
	Normal	1
	Déficit de expresión (incluye disartria severa)	0,5
	Déficit de comprensión	0
<b>IV.</b>	<b>Función motora</b>	
	A. Si no hay déficit de comprensión	
	1. Cara	
	No debilidad facial	0,5
	Debilidad facial	0
	2. Miembro superior proximal	
	No debilidad	1,5
	Paresia 3-4/5	1
	Paresia 2/5	0,5
	Fuerza a 0-1/5	0
	3. Miembro superior distal	
	No debilidad	1,5
	Paresia 3-4/5	1
	Paresia 2/5	0,5
	Fuerza a 0-1/5	0
	4. Miembro inferior	
	No debilidad	1,5
	Paresia 3-4/5	1
	Paresia 2/5	0,5
	Fuerza a 0-1/5	0
	B. Si existe déficit de comprensión valorar la respuesta motora	
	1. Cara	
	Simétrica	0,5
	Asimétrica	0
	2. Miembros superiores	
	Iguales	1,5
	Desiguales	0
	3. Miembros inferiores	
	Iguales	1,5
	Desiguales	0

**Anexo 18. Test de Control de Tronco (TCT)**

<b>Test</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valoración</b>		
T1	En decúbito supino, volteo hacia el hemicuerpo parético	0	12	25
T2	En decúbito supino, volteo hacia el hemicuerpo no parético	0	12	25
T3	Transferencia de decúbito supino a sedestación en cama	0	12	25
T4	Permanecer sentado en la cama con los pies colgando en una posición equilibrada durante 30 segundos	0	12	25

## **Anexo 19.** Clasificación funcional del Cambio Postural del Hospital de Sagunto (CaPHS)

**Nivel 0: Cambio postural imposible o nulo.** El cambio de postura es imposible por cualquier motivo: mal estado general, hipotensión ortostática, vértigo, ictus severo, etc.

**Nivel 1: Cambio postural completamente dependiente o pasivo.** El sujeto necesita una gran cantidad de ayuda externa para girar en la cama y poderse sentar. El explorador debe hacer fuerza y coger al paciente de los 2 brazos o del cuerpo.

**Nivel 2: Cambio postural mano-dependiente o activo.** En este nivel es el propio sujeto el que hace la fuerza, se impulsa y se sienta, pero precisa la mano del explorador para impulsarse y pasar del decúbito a la sedestación.

**Nivel 3: Cambio postural libre, independiente, o inicial.** El sujeto gira, se impulsa y se sienta solo, sin ayuda del explorador. Puede apoyarse en la cama para realizar el cambio postural. Es suficiente que lo haga una sola vez para asignarle este nivel, aunque puede hacerlo pocas veces (< de 5 veces), por fatiga.

**Nivel 4: Cambio postural evolucionado, pero anormal.** El sujeto cambia de postura varias veces seguidas ( $\geq 5$  veces), pero habrá alguna circunstancia que nos indique que es anormal, ya sea por temblor o ataxia del tronco, o habitualmente por mayor lentitud ( $> 5$  segundos en el primer cambio postural).

**Nivel 5: Cambio postural normal.** El cambio postural es normal, rápido ( $\leq 5$  segundos) y estético.

**Normas para su aplicación:** El cambio postural referido es el paso desde el decúbito-supino a sedestación, efectuado al borde de la cama o camilla de exploración.

Si se trata de una persona con hemiparesia, siempre debe salir por el hemicuerpo no parético.

## **Anexo 20.** Clasificación funcional de la Sedestación del Hospital de Sagunto (SedHS)

**Nivel 0: Sedestación imposible o nula.** La sedestación es imposible por cualquier motivo: mal estado general, hipotensión ortostática, vértigo, ictus severo, etc.

**Nivel 1: Sedestación no funcional o completamente apoyada.** La sedestación es tan precaria que sólo es posible con apoyo total, en sillas de respaldo alto, con reposacabezas y/o cinturón de tronco o chaleco, o en sillas de ruedas que permitan una inclinación del respaldo.

**Nivel 2: Sedestación mano-dependiente o con apoyo.** La sedestación sólo es posible con algún apoyo, bien sea del respaldo o de 1 ó 2 manos en el plano del asiento, o en el reposabrazos.

**Nivel 3: Sedestación libre, independiente o inicial.** La sedestación es independiente pero de corta duración ( $\geq 5$  segundos,  $\leq 3$  minutos). Puede efectuarse en asientos sin respaldo, o en el borde de la cama o camilla de exploración, sin necesidad de apoyar las manos. Habitualmente en este nivel el sujeto se desestabiliza pronto y fácilmente ante pequeños empujones, precisando apoyar las manos para no caer.

**Nivel 4: Sedestación prolongada, pero anormal.** La sedestación puede efectuarse en cualquier asiento, durante mayor tiempo ( $>$  de 3 minutos). Pero, por el motivo que sea, la sedestación es anormal, bien porque se desestabiliza fácilmente ante pequeños empujones, o bien porque sea claramente asimétrica la postura del tronco, o con cifosis lumbar.

**Nivel 5: Sedestación normal.** La sedestación es de aspecto normal (respecto a la estética), es permanente y estable. Se mantiene estable cuando se intenta desestabilizar al sujeto imprimiéndole empujones moderados o al cerrar los ojos, mover la cabeza, elevar los brazos en alto, o cruzar las piernas, incluso se mantendría en asientos basculantes. La única manera de desestabilizar al sujeto es con grandes empujones, pero aun así mantiene la sedestación.

**Anexo 21. Protocolo fisioterápico base para ambos grupos de tratamiento**

Nivel Funcional	Técnicas fisioterápicas (repeticiones/tiempo)	Posición	Objetivos
SedHS=0-1 BipHS= 0-1 FACHS= 0	Puente: ISM/IST abdominales y glúteos (3s-10 rep)	DS con MMSS en Abd y RE y MMII en Flex	Fac_Activac_Vol GMC Mantener longitud TB
	Entrenamiento cambios posturales	DLs, DS, SED	Mejorar MOV e INDEP
	Normas de higiene postural Enseñanza MNP correcta del sujeto	DS, DLs, SED	Evitar H_doloroso ↑Control postural
SedHS= 2-3 BipHS= 1 FACHS= 0	Puente: ISM/IST abdominales y glúteos (3s-10 rep)	DS con MMSS en Abd y RE y MMII en Flex	Fac_Activac_Vol GMC Mantener longitud TB
	Coger con mano NP, y si puede con parética, 1 pelotita que le ofrece FT en distintas localizaciones espaciales fuera de su CDG (10 rep: 5 con cada mano)	SED	↑ Equilibrio Liberar SED Flexibilizar tronco
	Ext alterna ambas rodillas con DF tobillos (3s-10 rep), devolver pie a posición inicial	SED tronco apoyado	Potenciar CDC
	Entrenar cambios posturales (10 rep) con apoyo anterior	De SED a BIP y viceversa	↑ control postural Potenciar MMII
	Traslación peso a ambos MMII alternativamente (5 rep) y traslación A-P del peso (5 rep)	BIP con apoyo	Fac_Activac_Vol GMC Mejorar equilibrio ↑ Traslación de peso
	Mantener BIP retirando apoyo progresivamente (10 rep)	BIP con apoyo	Fac_Activac_Vol GMC Mejorar equilibrio
SedHS= 3 BipHS= 2 FACHS= 1	Puente: IST abdominales y glúteos (3s-10 rep). Progresar retrasando el pie afecto.	DS con MMSS en Abd y RE y MMII en Flex	Potenciar MMII Mantener longitud TB
	Ext alterna ambas rodillas con DF tobillos (3s-10 rep), devolver pie a posición inicial	SED: MMSS ligera Ext y RE	Potenciar CDC
	Entrenar cambios posturales (3 s de 10 rep) con apoyo anterior	De SED a BIP y viceversa	↑ control postural Potenciar MMII
	Levantar alternativamente ambos talones delante de espejo con apoyo (5 rep con cada pie)	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑ Traslación de peso
	BIP intentando retirar apoyo (10 rep)	BIP con apoyo	Equilibrio
	Inicio reeducación marcha en paralelas: lateral, hacia delante y atrás (50m)	BIP	Potenciar MMII ↑ Traslación de peso
	Bicicleta estática: sin R, se empieza por 5' y se aumentan 5' cada semana hasta 30'	SED	Mejorar el estado cardiovascular

SedHS, BipHS y FACHS, puntuación clasificaciones funcionales sedestación, bipedestación y marcha Hospital Sagunto; ISM/IST, isométricos y si es posible isotónicos; s, series; rep, repeticiones; DS, decúbito supino, DLs, decúbitos laterales; SED, sedestación; MMSS, miembros superiores; Abd, abducción; RE, rotación externa; MMII; miembros inferiores; Fac\_Activac\_Vol GMC, Facilitar activación voluntaria grupos musculares clave; TB, tejidos blandos; H\_doloroso, hombro doloroso; MOV, movilidad; INDEP, independencia; MNP, manipulación; NP, no parética; FT, fisioterapeuta; CDG, centro de gravedad; Ext, extensión, CDC, cuádriceps; DF, dorsiflexión; BIP, bipedestación; A-P, antero-posterior; R, resistencia



### Anexo 21 (continuación). Protocolo fisioterápico base para ambos grupos de tratamiento

Nivel Funcional	Técnicas fisioterápicas (repeticiones/tiempo)	Posición	Objetivos
SedHS= 4 BipHS= 3 FACHS= 2	Entrenar cambios posturales (3 s de 10 rep)	De SED a BIP	↑ control postural Potenciar MMII
	Coger con mano NP, y si puede con parética, una pelotita que le ofrece el FT en distintas localizaciones espaciales fuera de su CDG (10 rep: 5 con cada mano)	BIP	Equilibrio
	Elevar alternativamente ambos pies (5 rep con cada pie)	BIP	Equilibrio
	Estiramiento pasivo de recto femoral parético Mantener 20 seg y repetir 5 veces	DL sobre HC_NP	Mantener longitud de los tejidos blandos
	Subir y bajar escaleras lateralmente (5 rep) Se debe subir cada peldaño con el pie parético y bajar con el no parético	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑Traslación de peso
	Subir y bajar escaleras y rampa (5 rep) Se debe subir cada peldaño con el pie parético y bajar cada peldaño con el no parético	BIP	Potenciación MMII Mejorar equilibrio ↑ Traslación de peso
	Estiramiento pasivo de tríceps sural parético Mantener 20 seg y repetir 5 veces	BIP en la rampa	Mantener longitud de los tejidos blandos
	Elevación de ambos talones hasta la horizontal y descenso para estirar y fortalecer el músculo tríceps sural en ambos MMII (3s-10 rep)	BIP sobre escalón	Potenciar MMII Mantener longitud de los tejidos blandos Mejorar la fase de preoscilación marcha
	Bicicleta estática: sin R, se empieza por 5' y se aumentan 5' cada semana hasta 30'	SED	Mejorar el estado cardiovascular
Reeducación de la marcha (con mínima ayuda técnica) en todas direcciones (50m)	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑Traslación peso	

SedHS, BipHS y FACHS, puntuaciones según las clasificaciones funcionales de sedestación, bipedestación y marcha del Hospital de Sagunto; NP, no parética; FT, fisioterapeuta; CDG, centro de gravedad; rep, repeticiones; BIP, bipedestación; seg, segundos; DL, decúbito lateral; HC\_NP, hemicuero no parético; MMII; miembros inferiores; R, resistencia; SED, sedestación; m, metros

### Anexo 21 (continuación). Protocolo fisioterápico base para ambos grupos de tratamiento

Nivel Funcional	Técnicas fisioterápicas (repeticiones/tiempo)	Posición	Objetivos
SedHS= 4-5 BipHS= 4 FACHS=2-3	Coger con mano NP, y si puede con parética, una pelotita que le ofrece el FT en distintas localizaciones espaciales fuera de su CDG (10 rep: 5 con cada mano).	BIP	Equilibrio
	Elevar alternativamente ambos pies (5 rep con cada)	BIP	Equilibrio
	Estiramiento pasivo de recto femoral Mantener 20 seg y repetir 5 veces	BIP	Mantener longitud de los tejidos blandos
	Subir y bajar escaleras lateralmente (5 rep) Se sube cada escalón con el pie parético y se baja con el no parético	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑Traslación de peso
	Subir y bajar escaleras y rampa (5 rep) Se sube cada escalón con el pie parético y se baja con el no parético	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑Traslación de peso
	Estiramiento pasivo de tríceps sural. Mantener 20 seg y repetir 5 veces	BIP en la rampa	Mantener longitud de los tejidos blandos
	Elevación de ambos talones hasta la horizontal y descenso para estirar y fortalecer el músculo tríceps sural en ambos MMII (3s-10 rep)	BIP sobre un escalón	Potenciar MMII Mantener longitud de los tejidos blandos Mejorar la fase de preoscilación marcha
	Bicicleta estática: sin R, se empieza por 5' y se aumentan 5' cada semana hasta 30'	SED	Mejorar el estado cardiovascular
	Reeducación de la marcha con mínima ayuda técnica (30m)	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑Traslación de peso
	Reeducación de la marcha: cambios de dirección, obstáculos, distintas velocidades, etc. (50m)	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑Traslación de peso

SedHS, BipHS y FACHS, puntuaciones según las clasificaciones funcionales de sedestación, bipedestación y marcha del Hospital de Sagunto; NP, no parética; FT, fisioterapeuta; CDG, centro de gravedad; rep, repeticiones; BIP, bipedestación; seg, segundos; MMII; miembros inferiores; MI, miembro inferior; R, resistencia; SED, sedestación; m, metros

**Anexo 21 (continuación).** Protocolo fisioterápico base para ambos grupos de tratamiento

Nivel Funcional	Técnicas fisioterápicas (repeticiones/tiempo)	Posición	Objetivos
SedHS= 5 BipHS= 5 FACHS=3-5	Estiramiento pasivo de recto femoral. Mantener 20 seg y repetir 5 veces	BIP	Mantener longitud de los tejidos blandos
	Subir y bajar escaleras lateralmente (5 rep) Se sube cada escalón con el pie parético y se baja con el no parético Retirar apoyo de las manos	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑Traslación de peso
	Subir y bajar escaleras y rampa (5 rep) alternando el pie en cada peldaño Retirar apoyo de las manos	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑Traslación de peso
	Estiramiento pasivo de tríceps sural Mantener 20 seg y repetir 5 veces	BIP en rampa	Mantener longitud de los tejidos blandos
	Solo MI parético: Elevación del talón hasta la horizontal y descenso para estirar y fortalecer el tríceps sural (3 s de 10 rep)	BIP sobre un escalón	Potenciar MI parético Mantener longitud de los tejidos blandos Mejorar la fase de preoscilación de la marcha
	Bicicleta estática: sin R, se empieza por 5' y se aumentan 5' cada semana hasta 30' Aumentar velocidad de pedaleo	SED	Mejorar el estado cardiovascular
	Reeducación de la marcha: cambios de sentido, obstáculos, distintas velocidades, etc. (50 m)	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑ Traslación de peso
	Reeducación de la marcha: en tándem, entre la gente, con poca luz, etc. (50 m)	BIP	Potenciar MMII Mejorar equilibrio ↑ Traslación de peso

SedHS, BipHS y FACHS, puntuaciones según las clasificaciones funcionales de sedestación, bipedestación y marcha del Hospital de Sagunto; rep, repeticiones; BIP, bipedestación; MMII; miembros inferiores; seg, segundos; MI, miembro inferior; R, resistencia; SED, sedestación; m, metros

**Anexo 22.** Protocolo con las técnicas fisioterápicas extra del grupo intervención

Nivel Funcional	Técnicas de Tratamiento (repeticiones/tiempo)	Posición	Objetivos
SedHS=0-1 BipHS= 0-1 FACHS= 0	Estimular la sensibilidad de la planta del pie parético (2x5 rep)	DS	Mejorar sensibilidad
	Medio puente en ambos MMII: ISM/IST abdominales y glúteos (3s-10 rep en cada MI)	DS: MMSS en Abd y RE, un MI con Flex cadera, rodilla y DF de pie y el otro en Ext	Fac_Activac_Vol GMC Liberar pelvis Facilitar reeducación de la marcha
SedHS= 2-3 BipHS= 1 FACHS= 0	Estimular la sensibilidad de la planta del pie parético (2x5 rep)	DS	Mejorar sensibilidad
	Medio puente en ambos MMII: ISM/IST abdominales y glúteos (3s-10 rep en cada MI)	DS: MMSS en Flex y RE, un MI con Flex cadera, rodilla y DF de pie y el otro en Ext	Fac_Activac_Vol GMC Liberar pelvis Facilitar reeducación de la marcha
	Control de las posiciones intermedias de Flex de rodilla hacia la extensión en el MI parético (10 rep)	DS: MI parético con Flex cadera, rodilla y DF de pie y MI_NP en Ext	Entrenar movimientos selectivos en MI parético Fac_Activac_Vol GMC Facilitar reeducación de la marcha
	DF activa de tobillo parético (10 rep)	DS: MI parético con Flex cadera, rodilla y DF de pie y MI_NP en Ext	Entrenar movimientos selectivos en MI parético Fac_Activac_Vol GMC Facilitar reeducación de la marcha

SedHS, BipHS y FACHS, puntuaciones según las clasificaciones funcionales de sedestación, bipedestación y marcha del Hospital de Sagunto; rep, repeticiones; DS, decúbito supino, MMII; miembros inferiores; ISM/IST, isométricos y si es posible isotónicos; s, series; MMSS, miembros superiores; Abd, abducción; MI, miembro inferior; Flex, flexión; DF, dorsiflexión; MI\_NP, miembro inferior no parético; Ext, extensión; Fac\_Activac\_Vol GMC, Facilitar activación voluntaria grupos musculares clave

**Anexo 22 (continuación).** Protocolo con las técnicas fisioterápicas extra del grupo intervención

Nivel Funcional	Técnicas de Tratamiento (repeticiones/tiempo)	Posición	Objetivos
SedHS= 3 BipHS= 2 FACHS= 1	Estimular la sensibilidad de la planta del pie parético (2x5 rep)	DS	Mejorar sensibilidad
	Medio puente en ambos MMII: ISM/IST abdominales y glúteos (3s-10 rep en cada MI)	DS: MMSS en Abd y RE, un MI con Flex cadera, rodilla y DF de pie y el otro en Ext	Liberar pelvis Facilitar reeducación de la marcha
	Control de las posiciones intermedias de Flex de rodilla hacia la extensión en el MI parético (10 rep)	DS: MI parético con Flex cadera, rodilla y DF de pie y MI_NP en Ext	Entrenar movimientos selectivos en MI parético Facilitar reeducación de la marcha
	DF activa de tobillo parético (10 rep)	DS: MI parético con Flex cadera, rodilla y DF de pie y MI_NP en Ext	Entrenar movimientos selectivos en MI parético Facilitar reeducación de la marcha
	Mover la cabeza: - arriba-abajo (10 rep) - a ambos lados (10 rep) Parar siempre en la posición neutra para no marearse	BIP con apoyo de ambas manos y pies a la anchura de las caderas	Mejorar equilibrio Facilitar reeducación de la marcha
	Delante de un espejo, con el mínimo apoyo, llevar pie NP adelante y atrás (5 rep /pie)	BIP con apoyo de ambas manos y pies a la anchura de las caderas	Mejorar equilibrio Potenciar MI parético

SedHS, BipHS y FACHS, puntuaciones según las clasificaciones funcionales de sedestación, bipedestación y marcha del Hospital de Sagunto; rep, repeticiones; DS, decúbito supino, MMII; miembros inferiores; ISM/IST, isométricos y si es posible isotónicos; s, series; MMSS, miembros superiores; Abd, abducción; MI, miembro inferior; Flex, flexión; DF, dorsiflexión; MI\_NP, miembro inferior no parético; Ext, extensión; BIP, bipedestación

**Anexo 22 (continuación).** Protocolo con las técnicas fisioterápicas extra del grupo intervención

<b>Nivel Funcional</b>	<b>Técnicas de Tratamiento (repeticiones/tiempo)</b>	<b>Posición</b>	<b>Objetivos</b>
SedHS= 4 BipHS= 3 FACHS= 2	Mover la cabeza: - arriba-abajo (10 rep) - a ambos lados (10 rep) Parar siempre en la posición neutra para no marearse	BIP sin apoyo y pies a la anchura de las caderas	Mejorar equilibrio Facilitar reeducación de la marcha
	Delante de un espejo, llevar pie NP adelante y atrás (5 rep)	BIP sin apoyo y pies a la anchura de las caderas	Mejorar equilibrio Potenciar MI parético Traslación del peso
SedHS= 4-5 BipHS= 4 FACHS= 2-3	Mover la cabeza: - arriba-abajo (10 rep) - a ambos lados (10 rep) Parar siempre en la posición neutra para no marearse	BIP sin apoyo y pies juntos	Mejorar equilibrio Facilitar reeducación de la marcha
	Delante de un espejo, llevar pie NP adelante y atrás (5 rep)	BIP sin apoyo y pies juntos	Mejorar equilibrio Traslación del peso
SedHS= 5 BipHS= 5 FACHS= 3-5	Mover la cabeza: - arriba-abajo (10 rep) - a ambos lados (10 rep) Parar siempre en la posición neutra para no marearse	BIP sin apoyo, con pies juntos y ojos cerrados	Mejorar equilibrio Facilitar reeducación de la marcha
	Cerca de una barra fija, mover una pelotita con el pie NP en todas direcciones (5 rep)	BIP sin apoyo, pies juntos y progresar a ojos cerrados	Mejorar equilibrio Traslación del peso
	Tabla inestable en el eje mediolateral (5') 2' últimos con ojos cerrados	BIP sin apoyo	Mejorar equilibrio
	Tabla inestable en el eje anteroposterior (5') 2' últimos con ojos cerrados	BIP sin apoyo	Mejorar equilibrio

SedHS, BipHS y FACHS, puntuaciones según las clasificaciones funcionales de sedestación, bipedestación y marcha del Hospital de Sagunto; rep, repeticiones; BIP, bipedestación; NP, no parético; MI, miembro inferior

**Anexo 23.** Análisis descriptivo detallado de las variables en las fases iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

Tabla 1. Descripción de la variable independencia funcional evaluada mediante el Índice de Barthel en los tres momentos temporales iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

BI	Muestra analizada (n=20)			Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p	Prueba
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75		
F1	n=18			n=9			n=9			0,170	U Mann-Whitney t muestras independientes
	5	5	25	5	15	25	3	5	15		
F2	11	28	35	15	30	36	9	20	36	0,535	
F3	25	35	55	28	38	56	21	33	58	0,794	t muestras independientes

BI, Índice de Barthel; F1, fase de estabilidad hemodinámica; F2, fase de inicio de la bipedestación; F3, fase de inicio de la fisioterapia en el gimnasio.

Tabla 2. Descripción de la variable equilibrio analizada mediante la Escala BBS en los tres momentos temporales iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

BBS	Muestra analizada (n=20)			Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	
F1	3	3	5	3	3	3	3	4	7	0,301
F2	4	5	9	4	5	10	4	5	8	0,818
F3	5	8	16	4	6	17	6	9	19	0,254

La comparación entre grupos se realizó mediante la prueba U de Mann-Whitney. BBS, Escala del Equilibrio de Berg; F1, fase de estabilidad hemodinámica; F2, fase de inicio de la bipedestación; F3, fase de inicio de la fisioterapia en el gimnasio.

**Anexo 23 (continuación).** Análisis descriptivo detallado de las variables en las fases iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

Tabla 3. Descripción de la variable control postural evaluada mediante la CapHS y el TCT en los dos momentos temporales iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

	Muestra analizada (n=20)			Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p	Prueba
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75		
CapHS_F1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,310	$\chi^2$ de Wald
CapHS_F2	2	2	3	2	2	4	2	2	3	0,723	$\chi^2$ de Wald
TCT_F1	n=19			n=9			n=10			0,260	t muestras independientes
TCT_F2	n=19			n=9			n=10			0,647	t muestras independientes
	36	49	61	43	49	61	24	43	61		
	49	61	78	43	74	87	58	61	65		

CapHS\_F1 y CapHS\_F2, puntuación de la Clasificación de cambio postural de Hospital del Sagunto en las fases de estabilidad hemodinámica e inicio de la bipedestación respectivamente; TCT\_F1 y TCT\_F2, puntuación del Test de Control de Tronco en las mismas fases de evaluación.

Tabla 4. Descripción de las variables función de sedestación y función de bipedestación, medidas mediante las SedHS y BipHS respectivamente, en los dos momentos temporales iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

	Muestra analizada (n=20)			Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	
SedHS_F1	3	4	4	3	4	4	3	4	4	0,647
SedHS_F2	n=19			n=9			n=10			0,626
	4	4	4	4	4	5	4	4	4	
BipHS_F1	0	1	2	1	1	2	0	1	2	0,773
BipHS_F2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	0,680

En todas las variables presentadas en la tabla se comparó entre grupos mediante la prueba  $\chi^2$  de Wald. SedHS\_F1 y SedHS\_F2, puntuación de Escala de Sedestación del Hospital de Sagunto en las fases de evaluación de estabilidad hemodinámica e inicio de la bipedestación respectivamente; BipHS\_F1 y BipHS\_F2, puntuación de la Escala de Bipedestación del Hospital de Sagunto en las mismas fases de evaluación.



**Anexo 23 (continuación).** Análisis descriptivo detallado de las variables en las fases iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

Tabla 5. Descripción de las variables nivel funcional de marcha, evaluadas mediante las FACHS y FAC, en los tres momentos temporales iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

	Muestra analizada (n=20)			Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	
FACHS_F1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0,185
FACHS_F2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,956
FACHS_F3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0,392
FAC_F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000
FAC_F2	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0,537
FAC_F3	0	1	1	0	1	1	0	1	3	0,405

En todas las variables presentadas en la tabla se comparó entre grupos mediante la prueba  $\chi^2$  de Wald. FACHS\_F1, FACHS\_F2 y FACHS\_F3, puntuación de la Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto en las fases de evaluación de estabilidad hemodinámica, inicio de la bipedestación e inicio de la fisioterapia en el gimnasio respectivamente; FAC\_F1, FAC\_F2 y FAC\_F3, puntuación de la Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts en las mismas fases de evaluación.

**Anexo 23 (continuación).** Análisis descriptivo detallado de las variables en las fases iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

Tabla 6. Descripción de las variables fuerza muscular del músculo tibial anterior, cuádriceps y psoas evaluadas mediante el MMT, en los tres momentos temporales iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

	Muestra analizada (n=20)			Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	
MMT_TA_F1	1	2	4	1	2	4	0	1	3	0,098
MMT_TA_F2	2	3	4	2	3	4	2	4	4	0,633
MMT_TA_F3	2	3	4	2	3	4	2	4	4	0,718
MMT_CDC_F1	3	3	4	3	3	4	2	4	4	0,924
MMT_CDC_F2	3	4	4	3	4	4	3	4	4	0,933
MMT_CDC_F3	3	4	5	3	4	5	3	4	4	0,622
MMT_PS_F1	2	3	4	2	3	4	2	4	4	1,000
MMT_PS_F2	2	3	4	2	3	4	3	4	4	0,394
MMT_PS_F3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	0,279

Para todas las variables de esta tabla se comparó entre grupos mediante la prueba  $\chi^2$  de Wald. MMT\_TA\_F1, MMT\_TA\_F2 y MMT\_TA\_F3, puntuación del Test Muscular Manual del músculo tibial anterior en las fases de evaluación de estabilidad hemodinámica, inicio de la bipedestación e inicio de la fisioterapia en el gimnasio respectivamente; MMT\_CDC\_F1, MMT\_CDC\_F2 y MMT\_CDC\_F3, puntuación del Test Muscular Manual del músculo cuádriceps en las mismas fases de evaluación; MMT\_PS\_F1, MMT\_PS\_F2 y MMT\_PS\_F3, puntuación del Test Muscular Manual del músculo psoas en las mismas fases de evaluación.

**Anexo 23 (continuación).** Análisis descriptivo detallado de las variables en las fases iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

Tabla 7. Descripción de las variables espasticidad muscular del músculo tibial anterior, cuádriceps y psoas evaluadas mediante la MAS, en los dos momentos temporales iniciales y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento.

	Muestra analizada (n=20)			Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			p
MAS_TS_F2	n=19			n=10			n=9			0,600
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MAS_TS_F3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,608
MAS_CDC_F2	n=19			n=10			n=9			0,999
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MAS_CDC_F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,538

Para todas las variables de esta tabla se comparó entre grupos mediante la prueba  $\chi^2$  de Wald. MAS\_TS\_F2 y MMT\_TS\_F3, puntuación de la Escala Modificada de Asworth del músculo tríceps sural en las fases de evaluación inicio de la bipedestación e inicio de la fisioterapia en el gimnasio respectivamente; MAS\_CDC\_F2 y MMT\_CDC\_F3, puntuación de la Escala Modificada de Asworth del músculo cuádriceps en las mismas fases de evaluación.

Tabla 8. Descripción de la variable funciones neurológicas básicas evaluadas en la fase de estabilidad hemodinámica mediante la CNS y análisis comparativo entre ambos grupos de tratamiento en la parte de evaluación de la función cognitiva (A), de la función motora (B) y de la puntuación total.

CNS	Muestra analizada (n=14)			Grupo intervención (n=7)			Grupo control (n=7)			p
	P25	P50	P75	P25	P50	P75	P25	P50	P75	
<b>A</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,227
<b>B</b>	2	3	3	1	3	3	2	3	4	0,494
<b>Total</b>	6	8	8	6	8	8	7	8	9	0,844

La comparación entre grupos se realizó mediante la prueba U de Mann-Whitney. CNS\_A, puntuación en el área cognitiva de la Escala Neurológica Canadiense; CNS\_B, puntuación en el área motora de la Escala Neurológica Canadiense; CNS\_Total, puntuación total de la Escala Neurológica Canadiense.

**Anexo 23 (continuación).** Resultados detallados del análisis estadístico de las pruebas de normalidad y de las pruebas de comparación entre grupos de tratamiento para las variables que no cumplieron el supuesto de normalidad en alguno de los dos grupos o en ambos:

Variable	Grupo	Shapiro-Wilk			U Mann-Whitney	p
		Estadístico	gl	Sig.		
Peso	Control	0,929	10	0,442	41,000	0,496
	Interv.	0,768	10	0,006		
BI_F1	Control	0,703	9	0,002	26,000	0,170
	Interv.	0,832	9	0,047		
BBS_F1	Control	0,804	10	0,016	37,500	0,301
	Interv.	0,497	10	< 0,001		
BBS_F2	Control	0,719	10	0,001	47,000	0,818
	Interv.	0,849	10	0,056		
BBS_F3	Control	0,772	10	0,007	35,000	0,254
	Interv.	0,784	10	0,009		
CNS_A	Control	0,671	7	0,002	17,000	0,227
	Interv.	0,453	7	< 0,001		
CNS_B	Control	0,926	7	0,518	19,500	0,494
	Interv.	0,720	7	0,006		
CNS_Total	Control	0,937	7	0,615	23,000	0,844
	Interv.	0,600	7	< 0,001		
S_FT_AM	Control	0,827	10	0,031	40,500	0,466
	Interv.	0,864	10	0,086		
S_FT_TOT	Control	0,926	10	0,411	40,000	0,449
	Interv.	0,777	10	0,008		

BI\_F1, Índice de Barthel en la fase de estabilidad hemodinámica; BBS\_F1, Escala del equilibrio de Berg en la fase de estabilidad hemodinámica; BBS\_F2, Escala del equilibrio de Berg en la fase de inicio de la bipedestación; BBS\_F3, Escala de equilibrio de Berg en la fase de inicio de la fisioterapia en el gimnasio; CNS\_A, puntuación en el área cognitiva de la Escala Neurológica Canadiense; CNS\_B, puntuación en el área motora de la Escala Neurológica Canadiense; CNS\_Total, puntuación total de la Escala Neurológica Canadiense; S\_FT\_AM, sesiones de fisioterapia durante el periodo ambulatorio; S\_FT\_TOT, sesiones de fisioterapia totales.

**Anexo 23 (continuación).** Resultados detallados del análisis estadístico de las pruebas de normalidad y de las pruebas de comparación entre grupos de tratamiento para las variables que cumplieron el supuesto de normalidad:

Variable	Grupo	Shapiro-Wilk			Prueba t muestras independientes				
		Estadístico	gl	Sig.	Prueba de Levene		t	gl	p
					F	Sig.			
BI_F2	Control	0,906	10	0,256	0,745	0,399	-0,632	18	0,535
	Interv.	0,970	10	0,889					
BI_F3	Control	0,935	10	0,502	0,265	0,613	-0,265	18	0,794
	Interv.	0,977	10	0,947					
TCT_F1	Control	0,918	10	0,344	3,477	0,080	-1,166	17	0,260
	Interv.	0,877	8	0,175					
TCT_F2	Control	0,847	10	0,054	4,023	0,061	-0,466	17	0,647
	Interv.	0,860	8	0,121					
S_FT_IN	Control	0,956	10	0,742	< 0,001	0,986	0,156	18	0,878
	Interv.	0,929	10	0,439					
Edad	Control	0,938	10	0,532	0,010	0,922	0,861	18	0,401
	Interv.	0,879	10	0,127					
Altura	Control	0,877	10	0,120	2,930	0,104	-0,636	18	0,533
	Interv.	0,931	10	0,456					
IMC	Control	0,960	10	0,788	0,182	0,675	-0,600	18	0,556
	Interv.	0,904	10	0,244					
T_IN	Control	0,929	10	0,443	0,057	0,814	0,047	18	0,963
	Interv.	0,955	10	0,734					

BI\_F2, Índice de Barthel en la fase de inicio de la bipedestación; BI\_F3, índice de Barthel en la fase de inicio de la fisioterapia en el gimnasio; TCT\_F1, puntuación del Test de Control de Tronco en la fase de estabilidad hemodinámica; TCT\_F2, puntuación del Test de Control de Tronco en la fase de inicio de la bipedestación; S\_FT\_IN, sesiones de fisioterapia durante el periodo de ingreso hospitalario; IMC, Índice de Masa Corporal; T\_IN, tiempo de ingreso hospitalario.

**Anexo 23 (continuación).** Resultados detallados del análisis comparativo entre grupos en las variables ordinales:

Variable	$\chi^2$ de Wald	p
CapHS_F1	1,030	0,310
CapHS_F2	0,126	0,723
SedHS_F1	0,209	0,647
SedHS_F2	0,238	0,626
BipHS_F1	0,083	0,773
BipHS_F2	0,171	0,680
FACHS_F1	1,758	0,185
FACHS_F2	0,003	0,956
FACHS_F3	0,734	0,392
FAC_F1	< 0,001	1,000
FAC_F2	0,380	0,537
FAC_T3	0,695	0,405
MMT_TA_F1	2,735	0,098
MMT_TA_F2	0,228	0,633
MMT_TA_F3	0,130	0,718
MMT_CDC_F1	0,009	0,924
MMT_CDC_F2	0,007	0,933
MMT_CDC_F3	0,243	0,622
MMT_PS_F1	< 0,001	1,000
MMT_PS_F2	0,726	0,394
MMT_PS_F3	1,172	0,279
MAS_TS_F2	0,275	0,600
MAS_TS_F3	0,264	0,608
MAS_CDC_F2	< 0,001	0,999
MAS_CDC_F3	0,379	0,538

El grado de libertad (gl) fue 1 para todos los casos. CapHS\_F1 y CapHS\_F2, puntuación Clasificación cambio postural Hospital Sagunto en las fases de evaluación estabilidad hemodinámica e inicio de la bipedestación respectivamente; SedHS\_F1 y SedHS\_F2, puntuación Escala de Sedestación Hospital Sagunto en fases estabilidad hemodinámica e inicio bipedestación respectivamente; BipHS\_F1 y BipHS\_F2, puntuación Escala Bipedestación Hospital Sagunto en las fases de estabilidad hemodinámica e inicio de bipedestación respectivamente; FACHS\_F1, FACHS\_F2 y FACHS\_F3, puntuación Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto en las fases de estabilidad hemodinámica, inicio de la bipedestación e inicio de la fisioterapia en el gimnasio respectivamente; FAC\_F1, FAC\_F2 y FAC\_F3, puntuación Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts en las mismas fases; MMT\_TA\_F1, MMT\_TA\_F2 y MMT\_TA\_F3, puntuación del Test Muscular Manual del músculo tibial anterior en las fases de estabilidad hemodinámica, inicio de la bipedestación e inicio de fisioterapia en gimnasio respectivamente; MMT\_CDC\_F1, MMT\_CDC\_F2 y MMT\_CDC\_F3, puntuación del Test Muscular Manual del músculo cuádriceps en las mismas fases; MMT\_PS\_F1, MMT\_PS\_F2 y MMT\_PS\_F3, puntuación del Test Muscular Manual del músculo psoas en las mismas fases; MAS\_TS\_F2 y MAS\_TS\_F3, puntuación de la Escala Modificada de Asworth del músculo tríceps sural en fases inicio bipedestación e inicio fisioterapia gimnasio respectivamente; MAS\_CDC\_F2 y MAS\_CDC\_F3, puntuación de la Escala Modificada de Asworth del músculo cuádriceps en las mismas fases.

**Anexo 24.** Resultados del análisis estadístico mediante regresión logística de las escalas categóricas FAC, FACHS, MMT y MAS en las fases F1, F3, F5 y F8:

Variable		$\chi^2$ de Wald	gl	p
FAC	Grupo	0,434	1	0,510
	Fase	87,522	7	<0,001**
	Grupo*Fase	4,663	7	0,701
FACHS	Grupo	1,417	1	0,234
	Fase	96,140	7	<0,001**
	Grupo*Fase	7,052	7	0,424
MMT_PS	Grupo	0,143	1	0,706
	Fase	35,987	7	0,001**
	Grupo*Fase	6,253	7	0,511
MMT_CDC	Grupo	1,592	1	0,207
	Fase	37,821	7	<0,001**
	Grupo*Fase	1,665	7	0,976
MMT_TA	Grupo	0,010	1	0,920
	Fase	56,432	7	0,001**
	Grupo*Fase	3,431	7	0,842
MAS_PS	Grupo	<0,001	1	1,000
	Fase	<0,001	6	1,000
	Grupo*Fase	<0,001	6	1,000
MAS_CDC	Grupo	<0,001	1	0,999
	Fase	0,564	6	0,997
	Grupo*Fase	<0,389	6	0,999
MAS_TS	Grupo	0,433	1	0,511
	Fase	2,550	6	0,863
	Grupo*Fase	1,181	6	0,978

FAC, puntuación de la Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital General de Massachusetts; FACHS, puntuación de la Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto; MMT\_PS, puntuación del Test Muscular Manual del músculo psoas; MMT\_CDC, puntuación del Test Muscular Manual del músculo cuádriceps; MMT\_TA, puntuación del Test Muscular Manual del músculo tibial anterior; MAS\_PS, puntuación de la Escala Modificada de Asworth del músculo psoas; MAS\_CDC, puntuación de la Escala Modificada de Asworth del músculo cuádriceps; MAS\_TS, puntuación de la Escala Modificada de Asworth del músculo tríceps sural.

**Anexo 25. Resultados del análisis estadístico tradicional intergrupo de las variables TUG, BBS y BI:**

<i>TUG</i>	F5	F6	F7	F8					
Interv.	23,7±4,3 (14,6-32,8)	23,0±3,8 (14,9-31,1)	18,0±3,5 (10,5-25,5)	18,1±4,4 (8,7-27,5)					
Control	16,4±4,3 (7,2-25,5)	15,0±3,8 (6,9-23,05)	17,3±3,5 (9,8-24,8)	15,0±4,4 (5,6-24,4)					
Resultados ANOVA	Grupo			Tiempo			Interacción		
	F	p	$\eta^2$	F	p	$\eta^2$	F	p	$\eta^2$
	0,775	0,394	0,052	3,557	0,022*	0,203	4,703	0,006*	0,251

Datos descriptivos presentados como media  $\pm$  desviación estándar. Entre paréntesis se presentan los intervalos de confianza de la media al 95%. Análisis realizado mediante ANOVA mixto 2(grupo) x 4(momento temporal). Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . El grado de libertad (gl) fue 1 para el factor *Grupo* y 3 para los factores *Tiempo* e *Interacción*. TUG, Test "Timed Up and Go"; Interv., intervención;  $\eta^2$ , Eta parcial al cuadrado.

<i>BBS</i>	F1	F3	F5	F8					
Interv.	3,7±1,3 (0,9-6,5)	11,1±3,5 (3,8-18,5)	40,9±2,2 (36,2-45,6)	47,8±1,7 (44,3-51,3)					
Control	5,3±1,4 (2,4-8,3)	13,6±3,7 (5,8-21,3)	44,7±2,4 (39,7-49,6)	46,8±1,8 (43,1-50,5)					
Resultados ANOVA	Grupo			Tiempo			Interacción		
	F	p	$\eta^2$	F	p	$\eta^2$	F	p	$\eta^2$
	0,490	0,493	0,028	294,684	<0,001**	0,983	3,220	0,053	0,392
<i>BI</i>	F1	F3	F5	F8					
Interv.	15,0±3,9 (6,8-23,2)	39,4±7,3 (24,0-55,0)	77,8±6,2 (64,5-91,1)	88,3±4,1 (79,7-97,0)					
Control	10,0±4,1 (1,3-18,7)	33,8±7,7 (17,3-50,2)	75,0±6,6 (60,9-89,1)	85,6±4,3 (76,5-94,8)					
Resultados ANOVA	Grupo			Tiempo			Interacción		
	F	p	$\eta^2$	F	p	$\eta^2$	F	p	$\eta^2$
	0,442	0,516	0,029	127,644	<0,001**	0,895	0,062	0,980	0,004

Valores descriptivos presentados como media  $\pm$  desviación estándar. Entre paréntesis se presentan los intervalos de confianza de la media al 95%. Análisis realizado mediante ANOVA mixto 2(grupo) x 4(momento temporal). Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . El grado de libertad (gl) fue 1 para el factor *Grupo* y 3 para los factores *Tiempo* e *Interacción*. BBS, Escala del Equilibrio de Berg; Interv., intervención; BI, Índice de Barthel; Interv., intervención;  $\eta^2$ , Eta parcial al cuadrado.



**Anexo 26.** Resultados obtenidos tras el ADF de las escalas funcionales (FAC, FACHS, MMT, MAS, BBS, BI y TUG):

26.1. *Resultados del análisis estadístico intergrupo* para los *coeficientes de ajuste* obtenidos tras el ADF de las *escalas funcionales*:

Variables	CA	Grupo intervención (n=10)			Grupo control (n=10)			U	p
		P25	P50	P75	P25	P50	P75		
MAS_PS	4	-0,14	-0,12	-0,11	-0,27	-0,17	-0,13	18,000	0,016*
MMT_PS	3	-2,9	-0,69	2,03	0,24	1,67	4,37	24,000	0,049*

Todos los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias intergrupo fueron analizados con la prueba U de Mann-Whitney. Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . CA, coeficiente de ajuste; MAS\_PS, puntuación de la Escala Modificada de Asworth del músculo psoas; MMT\_PS, puntuación del Test Muscular Manual del músculo psoas.

26.2. *Resultados del análisis estadístico inferencial* para los *coeficientes de ajuste* obtenidos tras el ADF de las *escalas funcionales* según el *hemicuerpo afectado*:

Variables	CA	HC_D (n=10)			HC_I (n=10)			F	p
		P25	P50	P75	P25	P50	P75		
FACHS	3	-0,4	0,5	3,4	-2,5	-1,8	-0,4	6,622	0,020*
BBS	4	-19,1	-11,2	-3,6	-4,6	1,0	11,7	5,297	0,035*

La prueba empleada para el análisis intergrupo fue el Anova Univariante. El grado de libertad (gl) fue 1 para todos los casos. Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . CA, coeficiente de ajuste; HC\_D, hemicuerpo derecho afectado; HC\_I, hemicuerpo izquierdo afectado; FACHS, puntuación de la Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto; BBS, Escala del Equilibrio Berg.

**Anexo 26 (continuación).** Resultados obtenidos tras ADF de escalas funcionales:

26.3. Porcentajes de varianza explicados por el modelo de CPFs *en las escalas funcionales* donde los coeficientes de ajuste de los CPFs presentaron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

Variable		CPF1	CPF2	CPF3	CPF4
MAS_PS	DE	3,88	1,35	2,18	0,15
	% Varianza	45,27	14,47	9,95	0,73
	% Varianza Acumulado	45,27	59,74	69,69	70,42
MMT_PS	DE	6,39	7,73	3,78	2,84
	% Varianza	51,20	16,62	6,31	4,32
	% Varianza Acumulado	51,20	67,82	74,13	78,45

CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; MAS\_PS, Escala Modificada de Asworth del músculo psoas ilíaco en el miembro inferior parético; MMT\_PS, Test Muscular Manual en el psoas ilíaco del miembro inferior parético.

26.4. Porcentajes de varianza explicados por el modelo de CPFs *en las escalas funcionales* de aquellas variables donde los coeficientes de ajuste de los CPFs presentaron diferencias estadísticamente significativas en los *efectos principales del factor hemicuerpo parético*:

Variables		CPF1	CPF2	CPF3	CPF4
BBS	DE	105,05	76,04	9,64	14,85
	% Varianza	67,76	19,28	5,08	1,8
	% Varianza Acumulado	67,76	87,04	92,12	93,92
FACHS	DE	9,21	6,46	2,38	1,33
	% Varianza	51,76	21,27	6,36	4,32
	% Varianza Acumulado	51,76	73,03	79,39	83,71

CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; BBS, Escala del Equilibrio Berg; FACHS, Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto.

**Anexo 26 (continuación).** Resultados obtenidos tras ADF de escalas funcionales:

26.5. *ESCALAS FUNCIONALES.* Figuras de aquellos *componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas en los *efectos principales del factor grupo*:

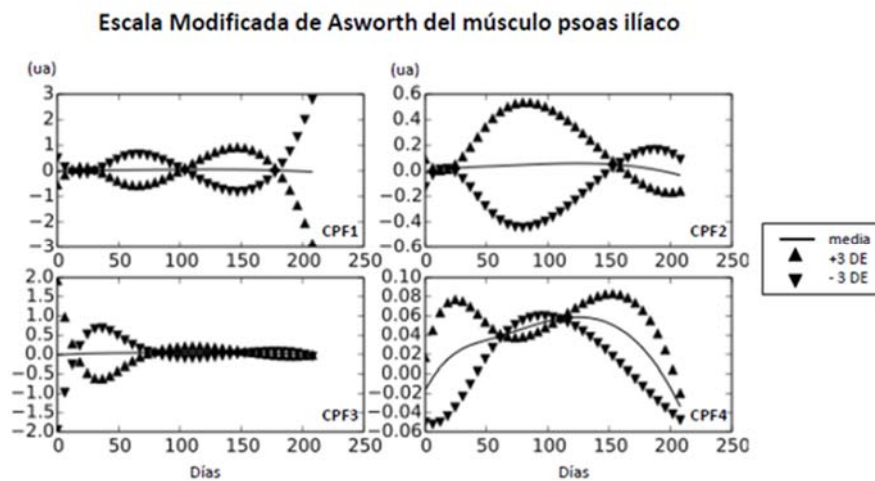


Figura 1. El análisis estadístico reveló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 4 de la variable Escala Modificada de Asworth del músculo psoas del miembro inferior parético. CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar; ua, unidad arbitraria.

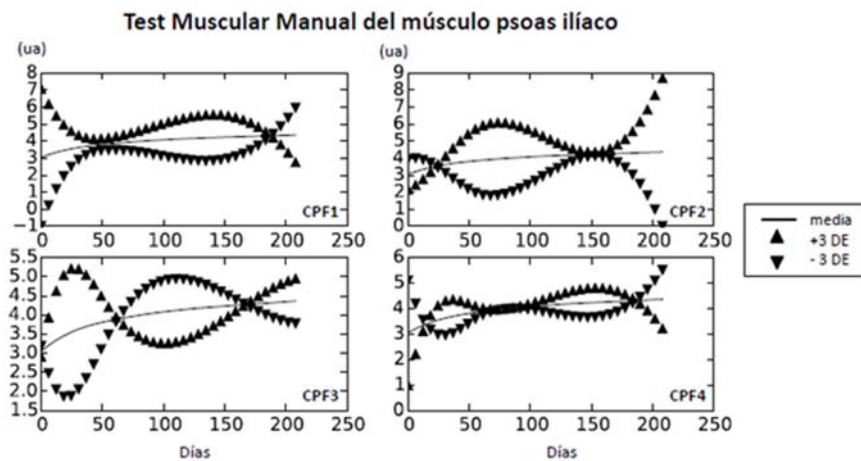


Figura 2. El análisis estadístico reveló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 3 de la variable Test Muscular Manual del músculo psoas ilíaco del miembro inferior parético. CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar; ua, unidad arbitraria.

## Anexo 26 (continuación). Resultados obtenidos tras ADF de escalas funcionales:

26.6. *ESCALAS FUNCIONALES*. Figuras de aquellos *componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas en los *efectos principales del factor hemisferio parético*:

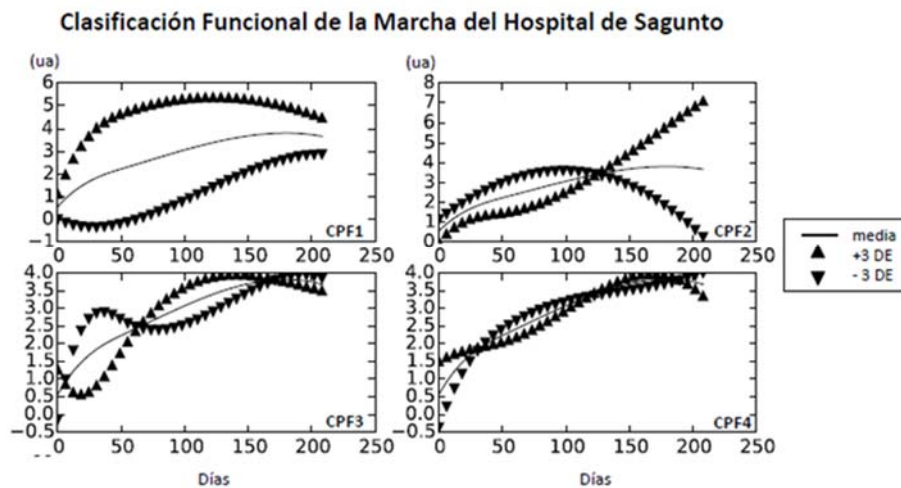


Figura 1. El análisis estadístico reveló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 3 de la variable Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto. CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar; ua, unidad arbitraria.

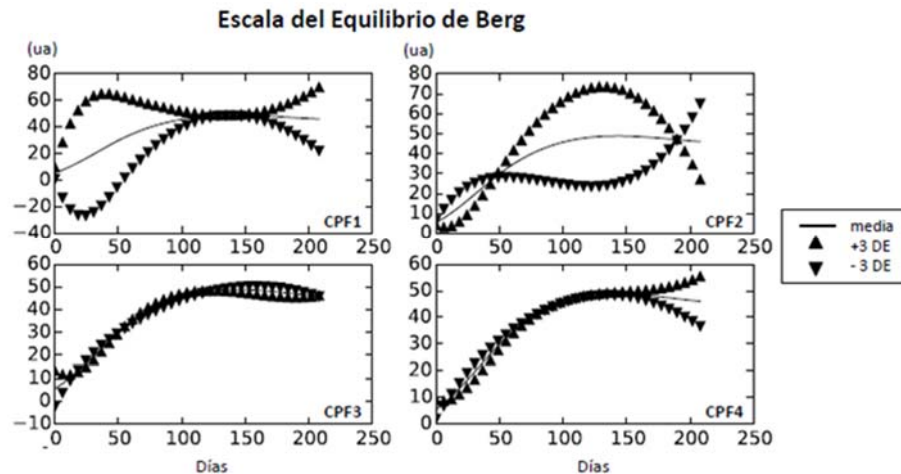


Figura 2. El análisis estadístico reveló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 4 de la variable Escala del Equilibrio de Berg. CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar; ua, unidad arbitraria.

**Anexo 26 (continuación).** Resultados obtenidos tras ADF de escalas funcionales:

26.7. *ESCALAS FUNCIONALES. CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias por grupo de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos:*

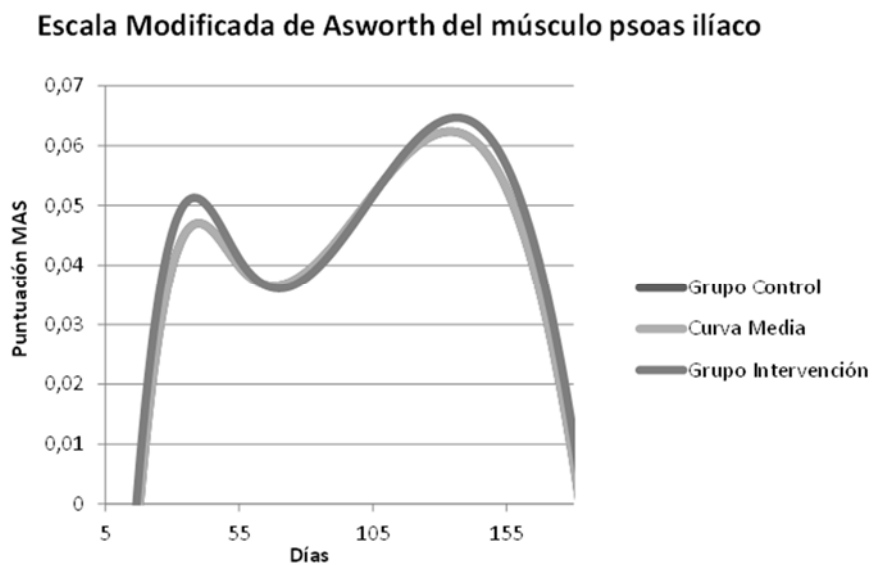


Figura 1. Curvas reconstruidas a partir de las medias por grupo de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la escala MAS del músculo psoas ilíaco. La curva media se superpone a la curva del grupo control, por ello no se aprecia en la figura. El grupo de intervención presentó un tono ligeramente superior al grupo control en el músculo psoas ilíaco del miembro inferior parético, sin suponer hipertonía ya que no se alcanzaron valores por encima de 1. MAS, Escala Modificada de Asworth.

**Anexo 26 (continuación).** Resultados obtenidos tras ADF de escalas funcionales:

26.7 (continuación). *ESCALAS FUNCIONALES. CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias por grupo de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos:*

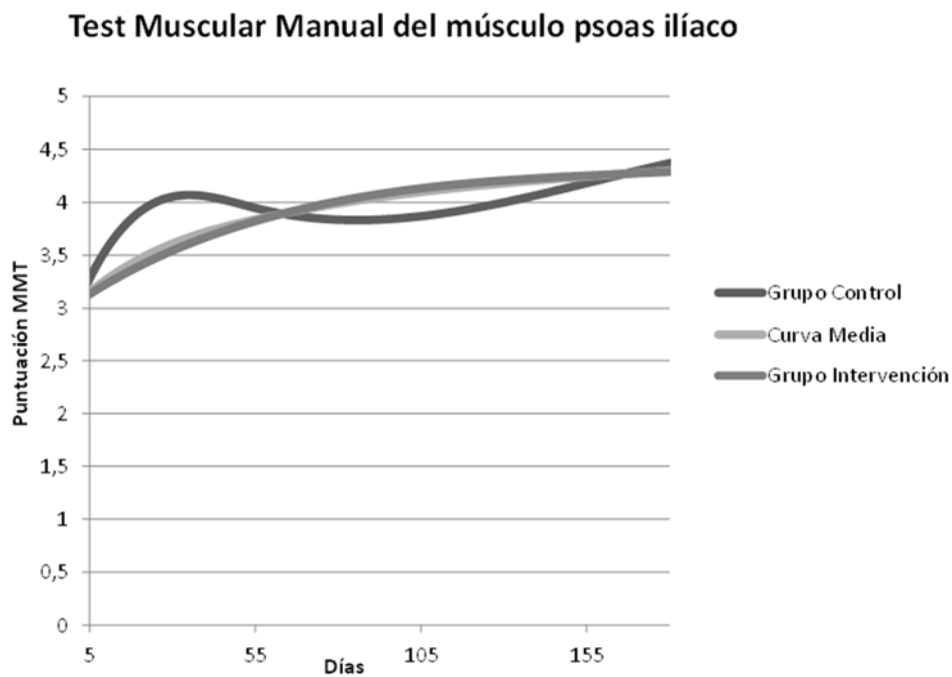


Figura 2. Curvas reconstruidas a partir de las medias por grupo de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la escala MMT del músculo psoas ilíaco. En el grupo control se observa una mayor variabilidad en la recuperación de la fuerza del músculo psoas ilíaco en el miembro inferior parético, aunque al final del período de evaluaciones ambos grupos terminaron con una fuerza similar de este músculo. MMT, Test Muscular Manual.

**Anexo 26 (continuación).** Resultados obtenidos tras ADF de escalas funcionales:

26.8. *ESCALAS FUNCIONALES. CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético:*

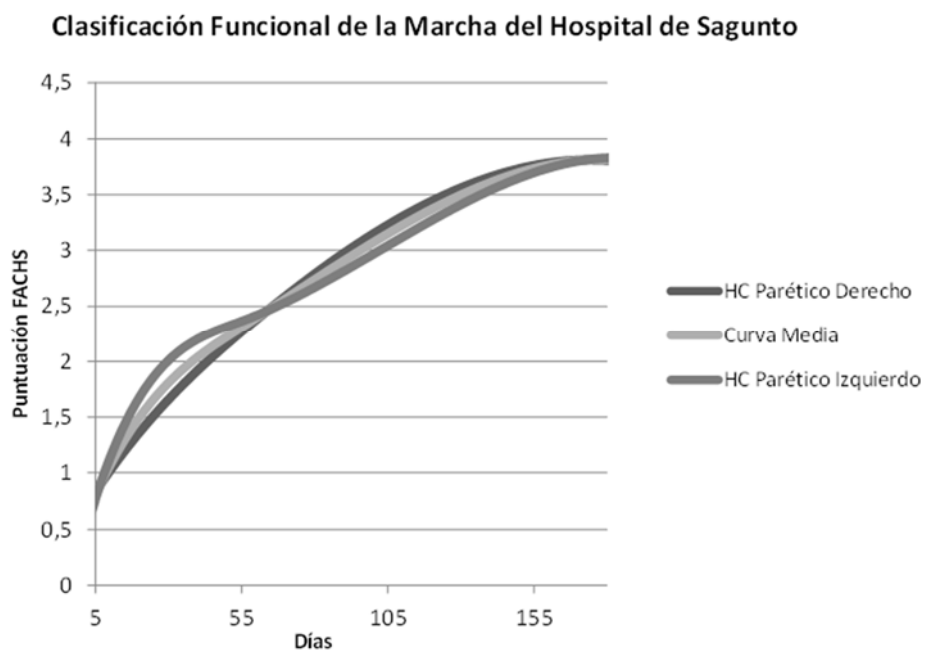


Figura 1. Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético en la escala FACHS. Como se muestra en la figura existió una mayor variabilidad en la recuperación de la marcha evaluada con la clasificación funcional FACHS cuando la afectación se produjo en el hemicuerpo izquierdo, independientemente del grupo de tratamiento. HC, hemicuerpo; FACHS, Clasificación Funcional de la Marcha del Hospital de Sagunto.

**Anexo 26 (continuación).** Resultados obtenidos tras ADF de escalas funcionales:

26.8 (continuación). *ESCALAS FUNCIONALES. CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético:*

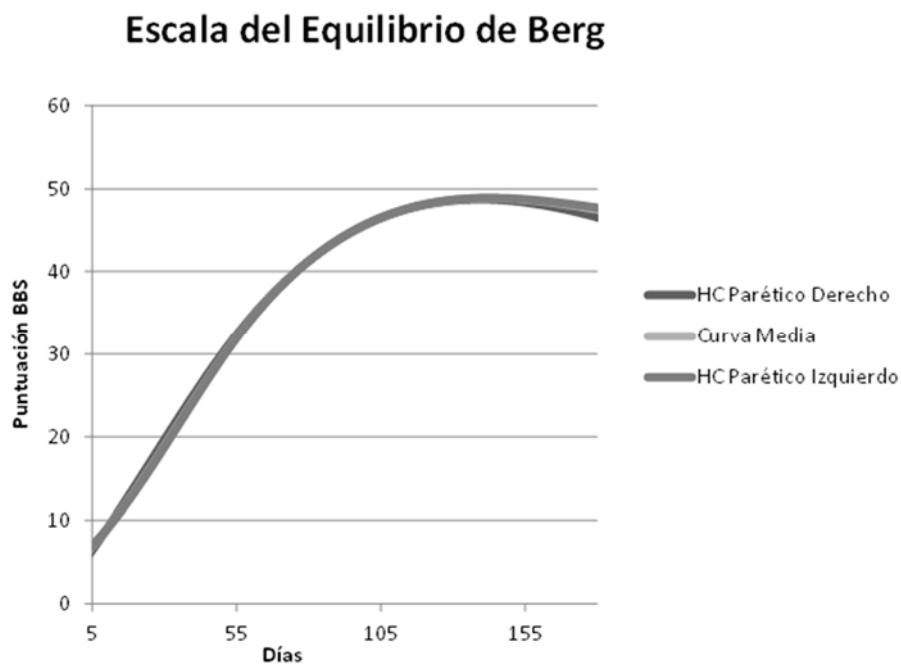


Figura 2. Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético en la escala BBS. Se advierte en la figura una ligera tendencia, hacia el final del periodo de estudio, a recuperar algo más el equilibrio evaluado con BBS cuando la afectación se desencadenó en el hemicuerpo izquierdo. HC, hemicuerpo. BBS, Escala del Equilibrio Berg.



**Anexo 27. Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI):**

27.1. Resultados de la prueba Anova para el análisis intergrupo en aquellas variables del Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI) que cumplieron el supuesto de normalidad:

Variable	CA		F	p
IMI_Capacidad	1	Grupo	1,260	0,278
		HC parético	0,365	0,554
	2	Grupo	0,001	0,980
		HC parético	0,364	0,555
IMI_Esfuerzo	1	Grupo	0,058	0,812
		HC parético	1,504	0,238
	2	Grupo	0,123	0,730
		HC parético	3,166	0,094
	3	Grupo	0,110	0,744
		HC parético	0,242	0,630
IMI_Interés	1	Grupo	1,094	0,311
		HC parético	1,024	0,327
	3	Grupo	0,703	0,414
		HC parético	2,014	0,175
IMI_Tensión	1	Grupo	0,883	0,361
		HC parético	0,843	0,372
	3	Grupo	1,466	0,244
		HC parético	0,030	0,864
	4	Grupo	1,555	0,230
		HC parético	0,304	0,589
IMI_Total	1	Grupo	1,439	0,238
		HC parético	0,400	0,536
	2	Grupo	0,004	0,952
		HC parético	0,001	0,976
	3	Grupo	1,219	0,286
		HC parético	1,075	0,315
	4	Grupo	0,845	0,372
		HC parético	1,772	0,202

La prueba empleada para el análisis intergrupo fue el Anova Univariante. El grado de libertad (gl) fue 1 para todos los casos. Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . CA, coeficiente de ajuste; IMI\_Capacidad, dimensión *competencia percibida*; IMI\_Esfuerzo, dimensión *esfuerzo-importancia*; IMI\_Interés, dimensión *interés-diversión*; IMI\_Tensión, dimensión *tensión-presión*; IMI\_Total, puntuación total del Cuestionario de Motivación Intrínseca.

### Anexo 27 (continuación). Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI):

27.2. Resultados del análisis intergrupo en aquellas variables del Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI) que no cumplieron el supuesto de normalidad:

Variable	CA	U Mann-Whitney	p
IMI_Capacidad	3	48,000	0,880
	4	14,000	0,007*
IMI_Esfuerzo	4	32,000	0,174
IMI_Interés	2	46,000	0,762
	4	27,000	0,082
IMI_Tensión	2	28,000	0,096

La prueba empleada para el análisis intergrupo fue la prueba U de Mann-Whitney. Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . CA, coeficiente de ajuste; IMI\_Capacidad, dimensión *competencia percibida*; IMI\_Esfuerzo, dimensión *esfuerzo-importancia*; IMI\_Interés, dimensión *interés-diversión*; IMI\_Tensión, dimensión *tensión-presión*.

27.3. Porcentajes de varianza explicados por el modelo de CPFs *en el Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI)* donde los coeficientes de ajuste de los CPFs presentaron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

Variable		CPF1	CPF2	CPF3	CPF4
IMI_Capacidad	DE	41,41	32,92	24,96	15,39
	% Varianza	54,32	21,69	7,58	3,45
	% Varianza Acumulado	54,32	76,01	83,59	87,04

CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; IMI\_Capacidad, dimensión *competencia percibida* del Cuestionario de Motivación Intrínseca.

**Anexo 27 (continuación).** Cuestionario de Motivación Intrínseca (IMI):

27.4. *IMI. Figuras* de aquellos *componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

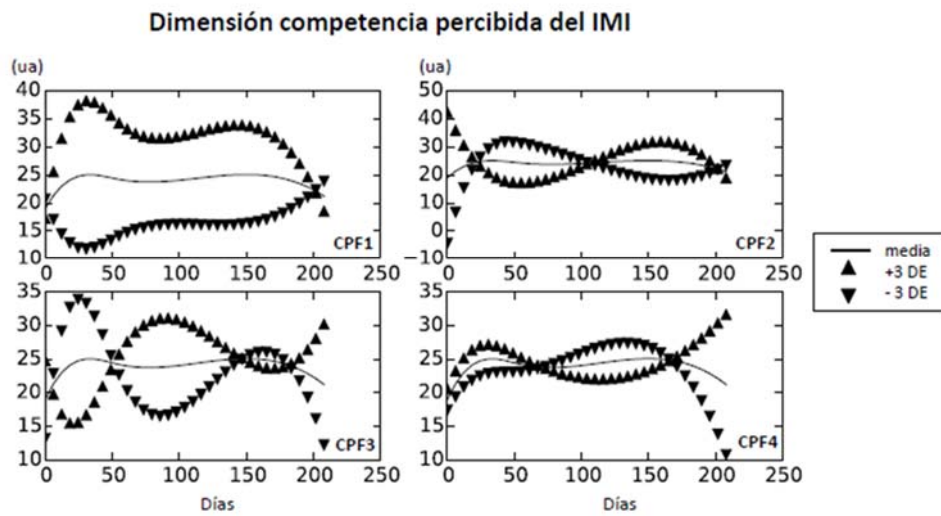


Figura 1. El análisis estadístico reveló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 4 de la variable dimensión *competencia percibida* del Cuestionario de Motivación Intrínseca. CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar; ua, unidad arbitraria.

**Anexo 28. Análisis sensorial:**

28.1. Porcentajes de varianza explicados por el modelo de CPFs *en las pruebas ROA, ROC y RGA* en aquellas variables donde los coeficientes de ajuste de los CPFs presentaron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

Variables	Parámetros		CPF1	CPF2	CPF3	CPF4
ROA	Desplaz_AP	DE	117,87	45,40	25,78	18,18
		% Varianza	63,19	6,21	2,68	1,09
		% Varianza Acumulado	63,19	69,40	72,08	73,17
	Desplaz_ML	DE	112,73	147,27	32,54	15,48
		% Varianza	58,45	7,35	4,33	0,96
		% Varianza Acumulado	58,45	65,80	70,13	71,09
	Velocidad	DE	0,12	0,04	0,04	0,02
		% Varianza	73,76	6,43	5,29	1,81
		% Varianza Acumulado	73,76	80,19	85,48	87,29
ROC	Velocidad	DE	0,32	0,06	0,07	0,05
		% Varianza	82,69	3,17	3,11	0,89
		% Varianza Acumulado	82,69	85,86	88,97	89,86
RGA	Desplaz_ML	DE	166,84	1810,81	60,73	26,75
		% Varianza	54,69	10,91	5,85	1,80
		% Varianza Acumulado	54,69	65,60	71,45	73,25
	Velocidad	DE	0,16	0,05	0,08	0,02
		% Varianza	72,55	7,85	2,70	0,69
		% Varianza Acumulado	72,55	80,40	83,10	83,79

CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; ROA, prueba Romberg Ojos Abiertos; ROC, prueba Romberg Ojos Cerrados; RGA, prueba Romberg con Gomaespuma Ojos Abiertos; Desplaz\_AP, desplazamiento máximo anteroposterior; Desplaz\_ML, desplazamiento máximo mediolateral; Desplaz\_Total, desplazamiento máximo total; Velocidad, velocidad media.

**Anexo 28 (continuación). Análisis sensorial:**

28.2. *Figuras* de aquellos *componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

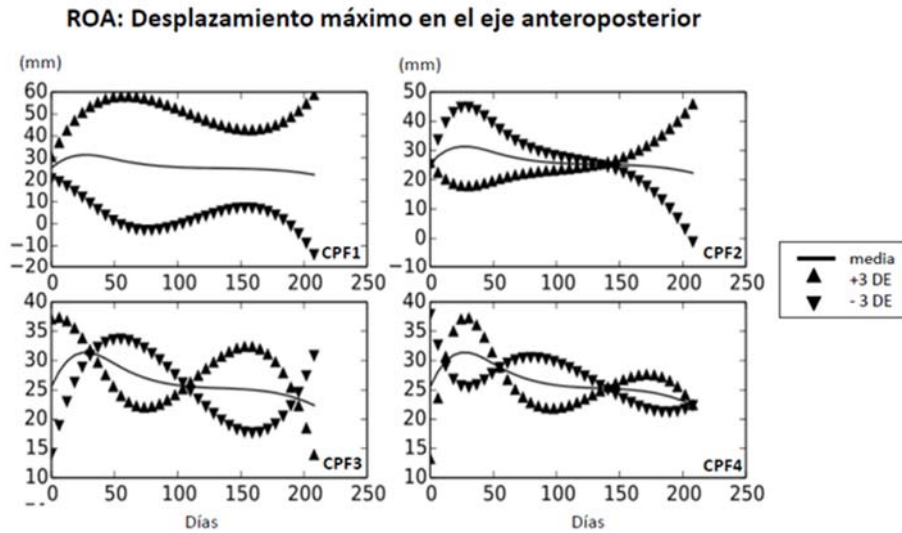


Figura 1. El análisis estadístico mostró diferencias estadísticamente significativas en los coeficientes de ajuste 2 y 3 del parámetro desplazamiento máximo en el eje anteroposterior del ROA. ROA, Prueba Romberg con ojos abiertos; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

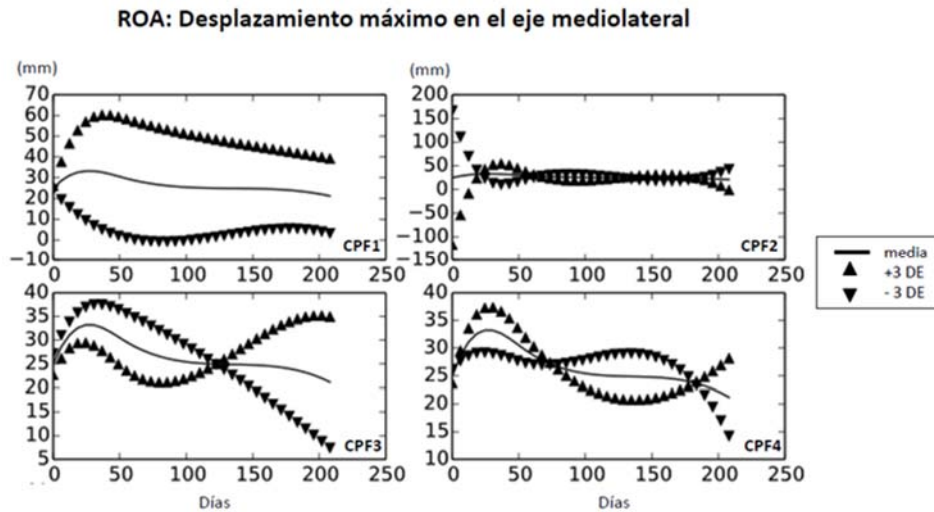


Figura 2. El análisis estadístico reveló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 3 del parámetro desplazamiento máximo en el eje mediolateral del ROA. ROA, Prueba Romberg con ojos abiertos; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

## Anexo 28 (continuación). Análisis sensorial:

28.2 (continuac). *Figuras de componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* revelaron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

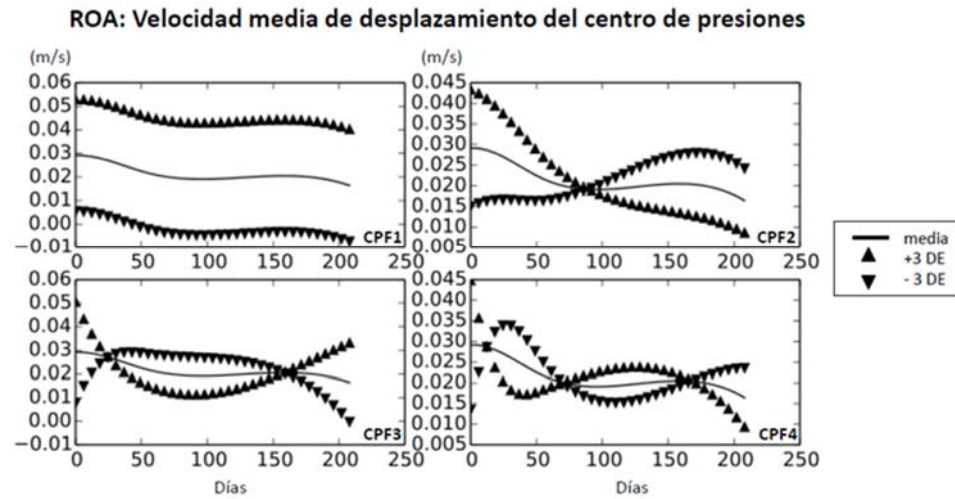


Figura 3. El análisis estadístico desveló diferencias estadísticamente significativas en los coeficientes de ajuste 2 y 3 del parámetro velocidad media de desplazamiento del centro de presiones del ROA. ROA, Prueba Romberg con ojos abiertos; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

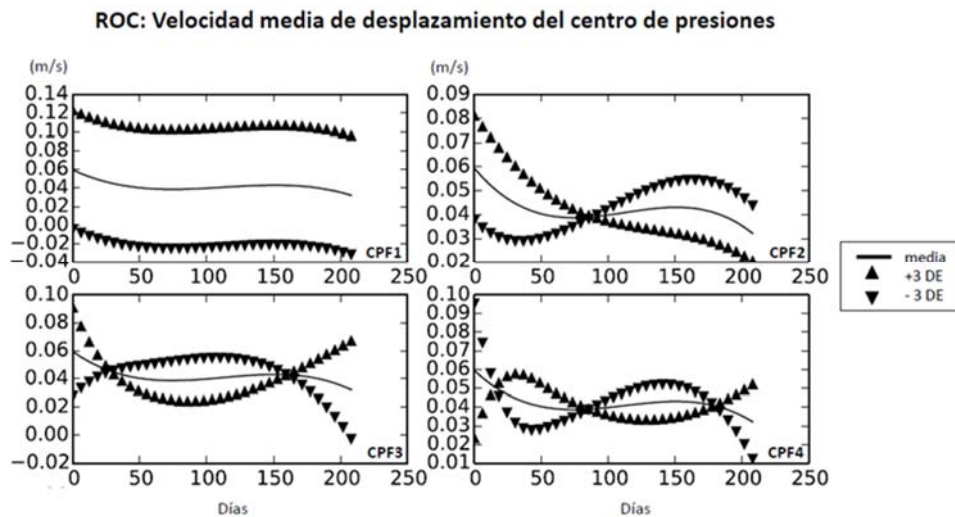


Figura 4. El análisis estadístico descubrió diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 3 del parámetro velocidad media de desplazamiento del ROC. ROC, Prueba Romberg con ojos cerrados; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

**Anexo 28 (continuación). Análisis sensorial:**

28.2 (continuac). *Figuras de componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* revelaron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

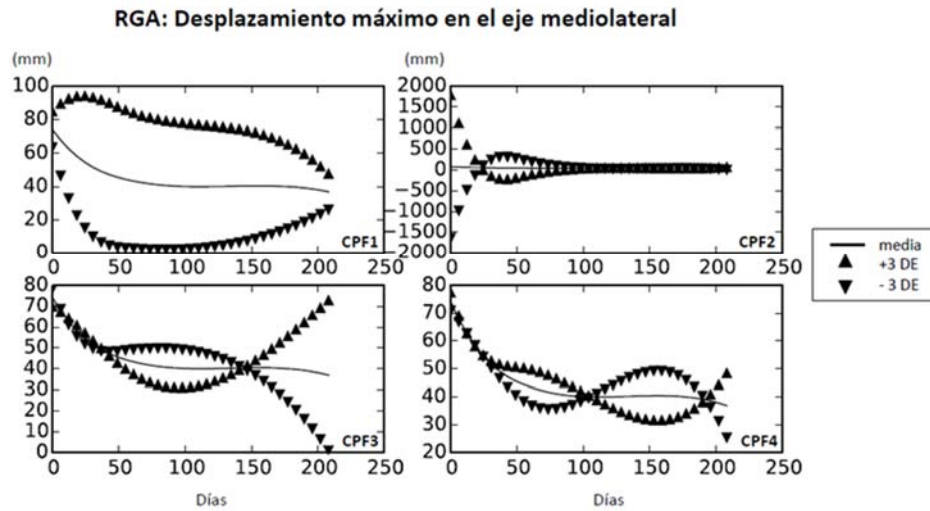


Figura 5. El análisis estadístico reveló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 2 del parámetro desplazamiento máximo en el eje mediolateral del RGA. RGA, Prueba Romberg ojos abiertos y gomaespuma; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

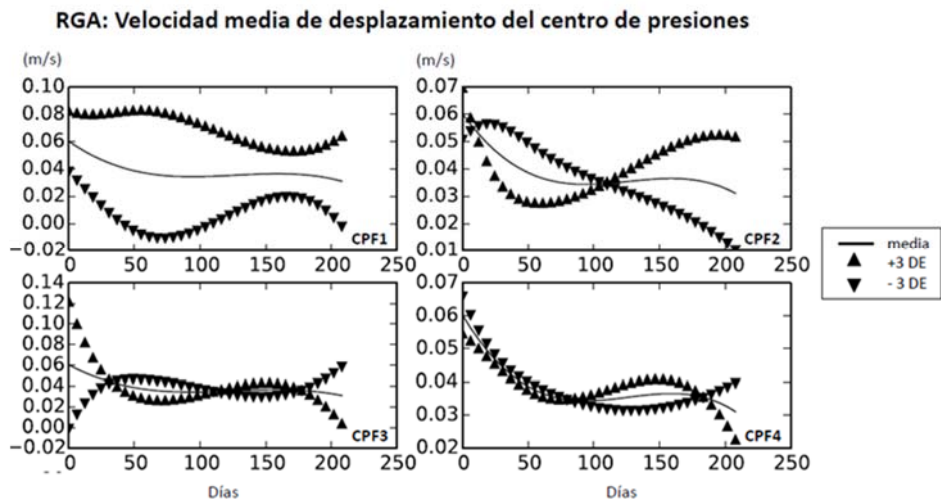


Figura 6. El análisis estadístico intergrupo mostró diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 2 del parámetro velocidad media de desplazamiento del centro de presiones del RGA. RGA, Prueba Romberg ojos abiertos y gomaespuma; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

## Anexo 29. Análisis sensorial:

29.1. *Resultados del análisis estadístico inferencial* para los *coeficientes de ajuste* obtenidos tras el ADF de los diferentes parámetros medidos en el análisis sensorial en los *efectos principales del factor hemicuerpo parético*:

Parámetros	CA	HC_D (n=10)			HC_I (n=10)			F	p
		P25	P50	P75	P25	P50	P75		
ROA Dispersión_ML (mm)	2	-10	-4	5	-3	7	45	5,681	0,030*
ROC Dispersión_ML (mm)	2	-35	-11	-2	-6	10	34	7,955	0,012*
Desplaz_ML (mm)	2	-219	-44	20	-29	47	152	5,961	0,027*
Desplaz_ML (mm)	3	-11	11	60	-67	-12	6	5,562	0,031*

La prueba empleada para el análisis intergrupo fue el Anova Univariante. El grado de libertad (gl) fue 1 para todos los casos. Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . CA, coeficiente de ajuste; HC\_D, hemicuerpo derecho afectado; HC\_I, hemicuerpo izquierdo afectado; ROA, prueba Romberg Ojos Abiertos; ROC, prueba Romberg Ojos Cerrados; Desplaz\_ML, desplazamiento máximo en el eje mediolateral.

29.2. Porcentajes de varianza explicados por el modelo de CPFs *en las pruebas ROA, ROC y RGA* en aquellas variables donde los coeficientes de ajuste de los CPFs presentaron diferencias estadísticamente significativas en los *efectos principales del factor hemicuerpo parético*:

Variables	Parámetros		CPF1	CPF2	CPF3	CPF4
ROA	Disper_ML	DE	21,44	28,22	5,65	3,63
		% Varianza	<b>64,88</b>	<b>7,62</b>	<b>4,40</b>	<b>1,46</b>
		% Varianza Acumulado	<b>64,88</b>	72,50	76,90	78,36
ROC	Disper_ML	DE	54,21	30,89	8,11	6,51
		% Varianza	72,08	5,97	1,51	1,04
		% Varianza Acumulado	72,08	78,05	79,56	80,60
ROC	Desplaz_ML	DE	283,40	152,73	48,62	35,62
		% Varianza	66,75	5,23	1,68	1,23
		% Varianza Acumulado	66,75	71,98	73,66	74,89

CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; ROA, prueba Romberg Ojos Abiertos; ROC, prueba Romberg Ojos Cerrados; Disper\_ML, dispersión mediolateral; Desplaz\_ML, desplazamiento máximo mediolateral.



**Anexo 29 (continuación). Análisis sensorial:**

29.3. *Figuras* de aquellos *componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas en los *efectos principales del factor hemicuerpo parético*:

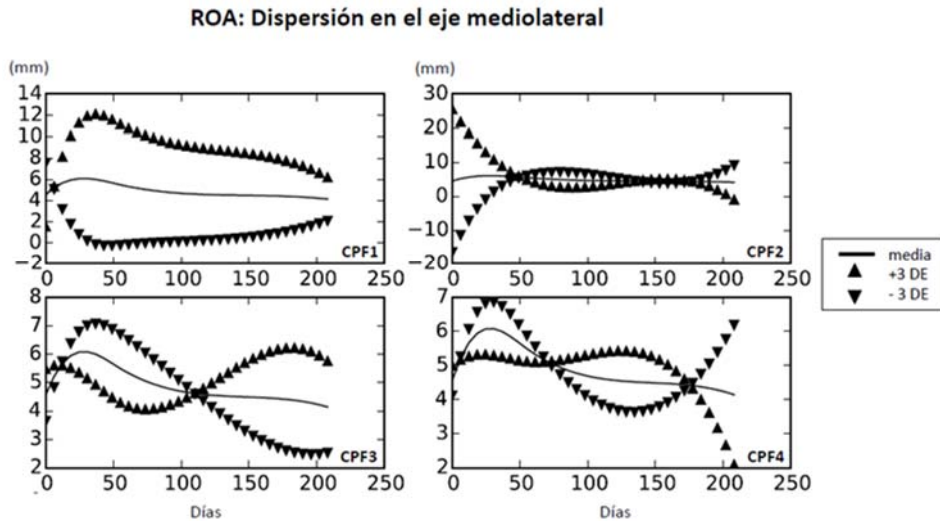


Figura 1. El análisis estadístico mostró diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 2 del parámetro dispersión en el eje mediolateral del ROA en función del hemicuerpo afectado tras el ictus. ROA, Prueba Romberg con ojos abiertos; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

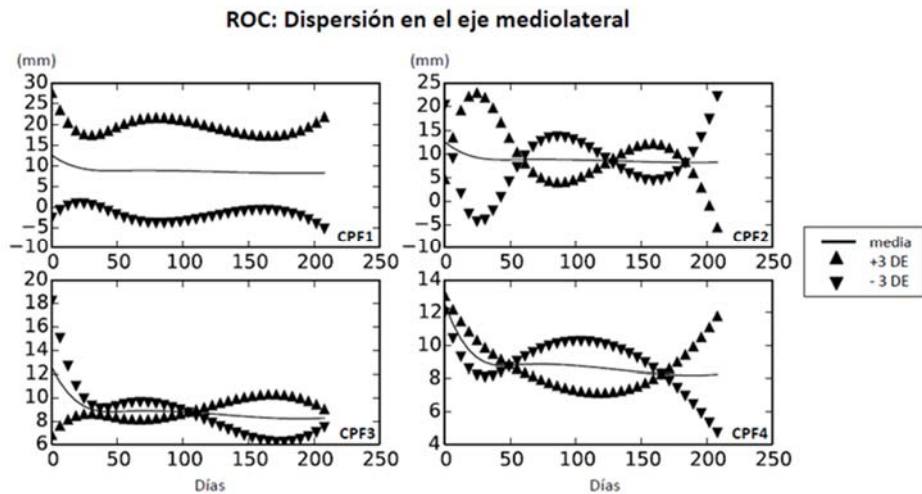


Figura 2. El análisis estadístico descubrió diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 2 del parámetro dispersión en el eje mediolateral del ROC en función del hemicuerpo afectado tras el ictus. ROC, Prueba Romberg con ojos cerrados; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

## Anexo 29 (continuación). Análisis sensorial:

29.3 (continuación). *Figuras* de aquellos *componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas en los *efectos principales del factor hemicuerpo parético*:

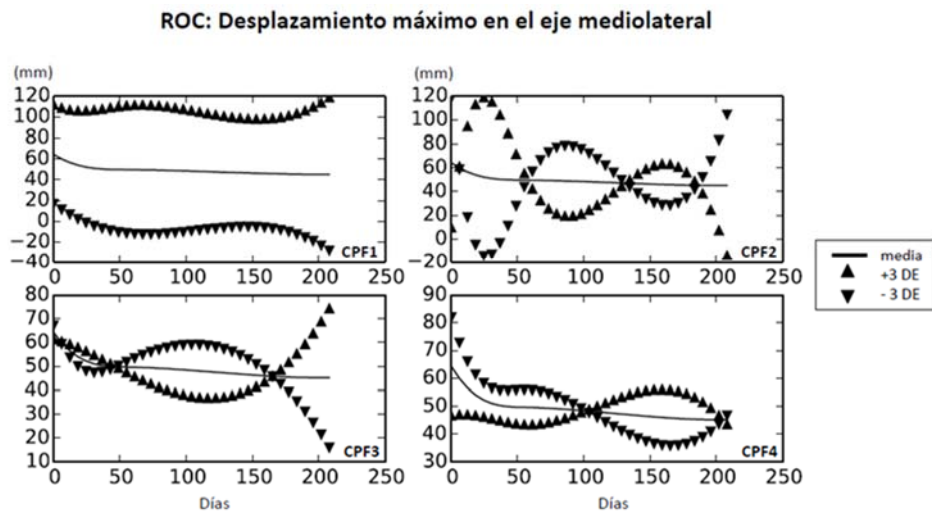


Figura 3. El análisis estadístico mostró diferencias estadísticamente significativas en los coeficientes de ajuste 2 y 3 del parámetro desplazamiento máximo en el eje mediolateral del ROC en función del hemicuerpo afectado tras el ictus. ROC, Prueba Romberg con ojos cerrados; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

**Anexo 29 (continuación). Análisis sensorial:**

29.4. *CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético:*

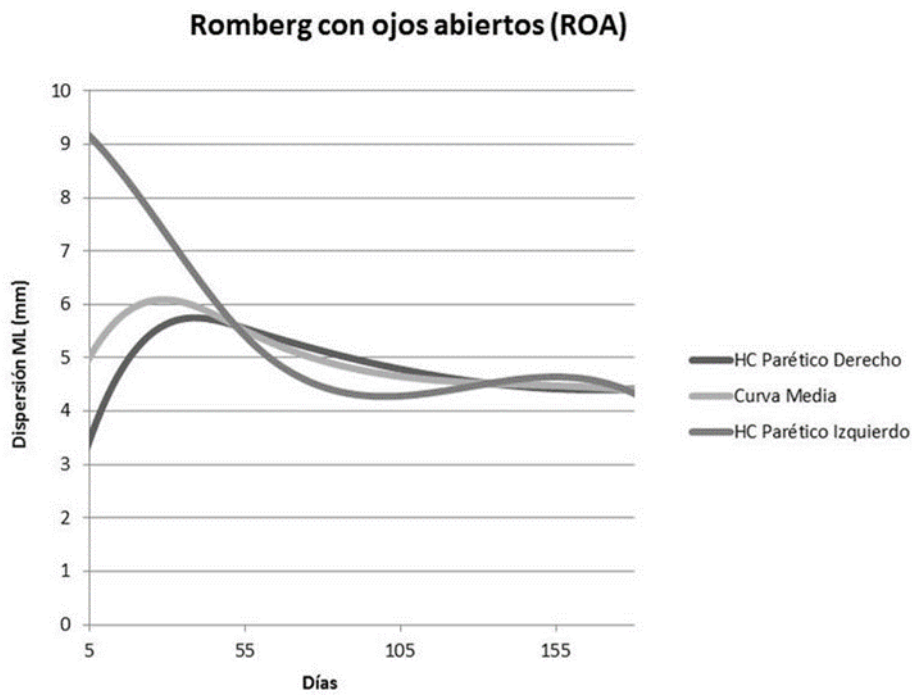


Figura 1. Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético en la dispersión mediolateral de la prueba ROA. Como se observa en la figura, independientemente del grupo de tratamiento, cuando la afectación tras el ictus se produjo en el hemicuerpo izquierdo, en la fase inicial hubo una mayor oscilación del centro de presiones en el eje mediolateral que cuando la afectación fue en el hemicuerpo derecho, y la variabilidad en dichas oscilaciones fue mayor. HC, hemicuerpo; Dispersión ML, dispersión mediolateral.

**Anexo 29 (continuación). Análisis sensorial:**

29.4 (continuación). *CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético:*

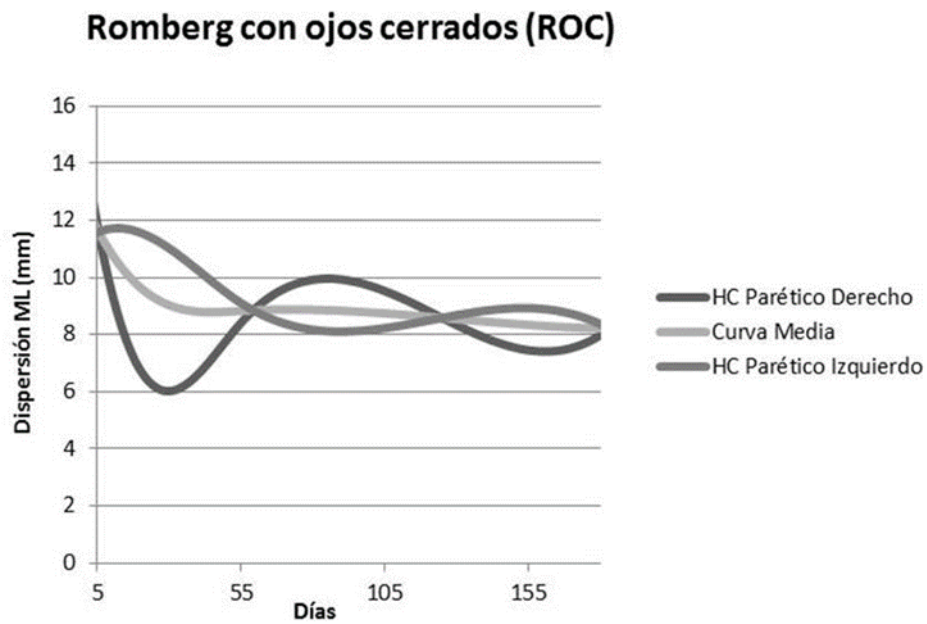


Figura 2. Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético en la dispersión mediolateral de la prueba ROC. Como se observa en esta figura, independientemente del grupo de tratamiento, al prescindir de la información visual, la mayor variabilidad del centro de presiones se presentó cuando la afectación se produjo en el hemicuerpo derecho, al contrario que en la figura anterior. HC, hemicuerpo; Dispersión ML, dispersión mediolateral.

**Anexo 29 (continuación). Análisis sensorial:**

29.4 (continuación). *CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético:*

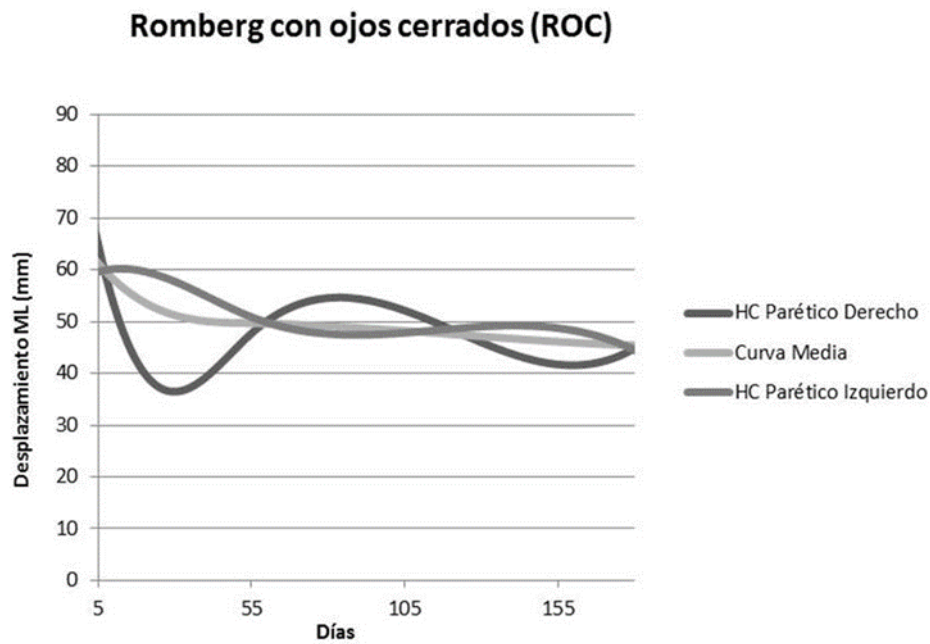


Figura 3. Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético en el desplazamiento máximo mediolateral de la prueba ROC. La figura muestra una mayor variabilidad en la evolución de los sujetos con afectación del hemicuerpo derecho, independientemente del grupo de tratamiento, en el desplazamiento máximo mediolateral al eliminar la información visual, tal y como sucedió con el parámetro de dispersión mediolateral. HC, hemicuerpo; Desplazamiento ML, desplazamiento máximo mediolateral.

### Anexo 30. Prueba dinámica de los límites de estabilidad:

30.1. Porcentajes de varianza explicados por el modelo de CPFs *en las pruebas LE* en aquellas variables donde los scores de los CPFs presentaron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

Variabes	Parámetros		CPF1	CPF2	CPF3	CPF4
Promedios LE	Control_Direc	DE	144,08	63,05	40,55	147,54
		% Varianza	51,90	15,48	8,50	4,51
		% Varianza acumulado	51,90	67,38	75,88	80,39
LE Derecho	Control_Direc	DE	230,49	389,66	77,68	183,79
		% Varianza	47,23	28,03	6,72	3,32
		% Varianza acumulado	47,23	75,26	81,98	85,30
LE Trasero	I_Valoración	DE	178,59	157,46	212,64	40,71
		% Varianza	60,43	14,85	8,68	3,82
		% Varianza acumulado	60,43	75,28	83,96	87,78
LE Izquierdo	Control_Direc	DE	814,52	142,27	160,79	170,46
		% Varianza	44,85	18,00	10,51	7,38
		% Varianza acumulado	44,85	62,85	75,35	80,73

CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; LE, límites de estabilidad; Control\_Direc, control direccional; I\_Valoración, índice de valoración de los límites de estabilidad.

**Anexo 30 (continuación).** Prueba dinámica de los límites de estabilidad:

30.2. *Figuras* de aquellos *componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

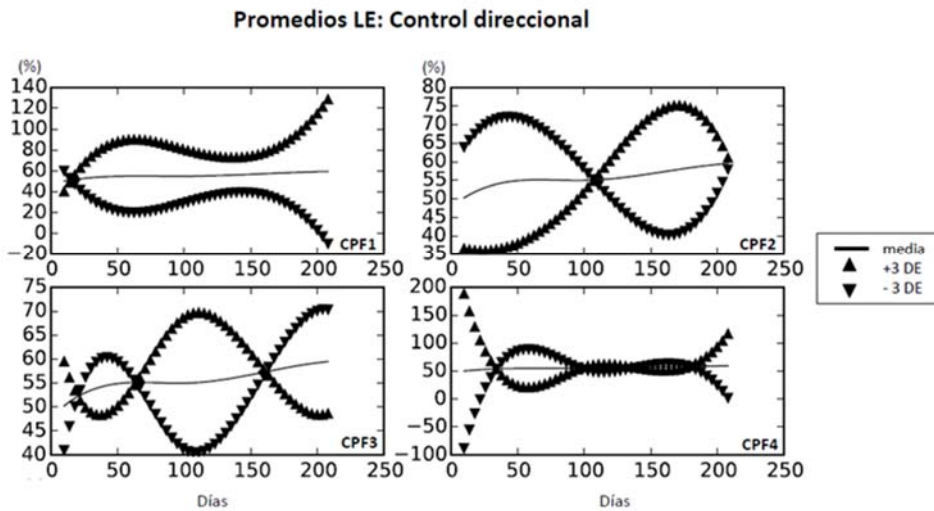


Figura 1. El análisis estadístico intergrupo reveló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 3 del parámetro control direccional de los promedios de los límites de estabilidad. LE, límites de estabilidad; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

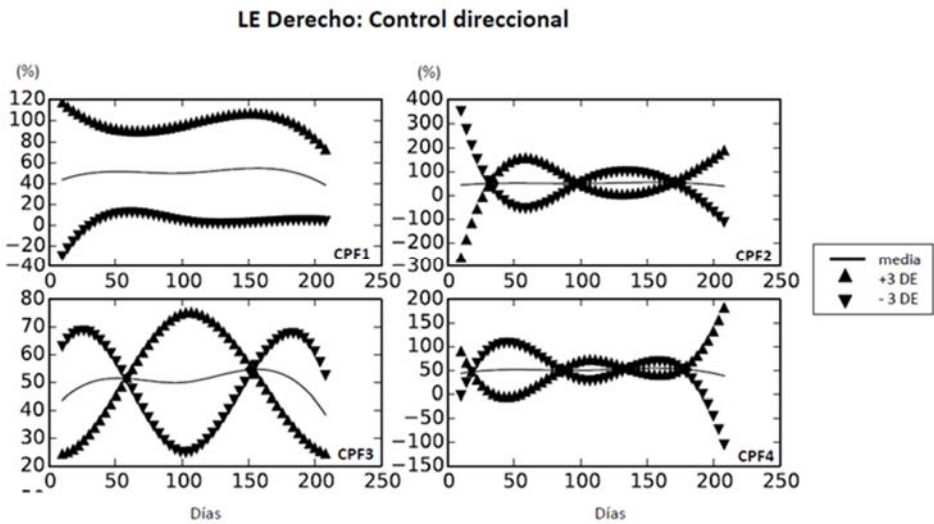


Figura 2. El análisis estadístico intergrupo desveló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 3 del parámetro control direccional en el límite de estabilidad derecho. LE, límites de estabilidad; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

### Anexo 30 (continuación). Prueba dinámica de los límites de estabilidad:

30.2 (continuación). *Figuras componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas *entre grupos*:

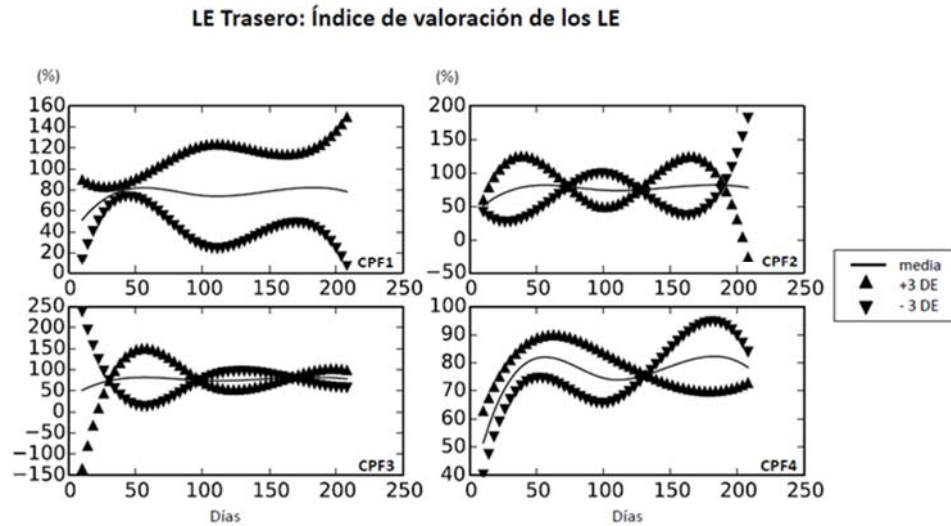


Figura 3. El análisis estadístico intergrupo mostró diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 4 del parámetro índice de valoración de los límites de estabilidad en el límite de estabilidad posterior. LE, límites de estabilidad; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

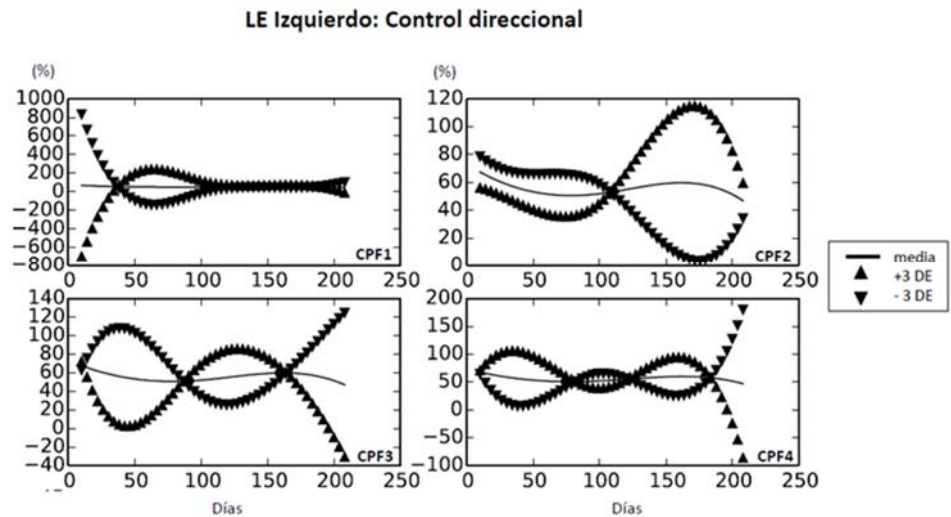


Figura 4. El análisis estadístico intergrupo señaló diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 3 del parámetro control direccional en el límite de estabilidad izquierdo. LE, límites de estabilidad; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.



### Anexo 31. Prueba dinámica de los límites de estabilidad:

31.1. *Resultados del análisis estadístico inferencial* para los *coeficientes de ajuste* obtenidos tras el ADF de los diferentes parámetros medidos en la prueba dinámica de los límites de estabilidad en los *efectos principales del factor hemicuerpo parético*:

Variables	Parámetros	CA	HC_D (n=10)			HC_I (n=10)			F	p
			P25	P50	P75	P25	P50	P75		
LE Frontal Derecho	Control_Direc (%)	4	-17	31	101	-205	-129	18	4,620	0,048*
LE Trasero	I_Valoración (%)	4	-36	-3	6	-3	16	53	6,195	0,025*
LE Trasero Izquierdo	T_Confinam (s)	2	-3	1	9	-11	-4	-1	7,520	0,015*

La prueba utilizada para el análisis intergrupo fue el Anova Univariante. El grado de libertad (gl) fue 1 para todos los casos. Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . CA, coeficiente de ajuste; HC\_D, hemicuerpo derecho afectado; HC\_I, hemicuerpo izquierdo afectado; LE, límites de estabilidad; Control\_Direc, control direccional; I\_Valoración, índice de valoración de los límites de estabilidad; T\_Confinam, tiempo de confinamiento.

31.2. Porcentajes de varianza explicados por el modelo de CPFs *en las pruebas LE* en aquellas variables donde los scores de los CPFs presentaron diferencias estadísticamente significativas *por hemicuerpo afectado* tras ictus:

Variabes	Parámetros		CPF1	CPF2	CPF3	CPF4
LE Frontal Derecho	Control_Direc	DE	792,13	109,45	112,04	150,60
		% Varianza	39,99	13,40	8,78	6,96
		% Varianza Acumulado	39,99	53,39	62,17	69,13
LE Trasero	I_Valoración	DE	178,59	157,46	212,64	40,71
		% Varianza	60,43	14,85	8,68	3,82
		% Varianza Acumulado	60,43	75,28	83,96	87,78
LE Trasero Izquierdo	T_Confinam	DE	19,21	8,54	3,30	2,69
		% Varianza	61,21	17,03	7,84	3,38
		% Varianza Acumulado	61,21	78,24	86,08	89,46

CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; LE, límites de estabilidad; Control\_Direc, control direccional; I\_Valoración, índice de valoración de los límites de estabilidad; T\_Confinam, tiempo de confinamiento.

### Anexo 31 (continuación). Prueba dinámica de los límites de estabilidad:

31.3. Figuras de aquellos *componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas en los *efectos principales del factor hemisferio parético*:

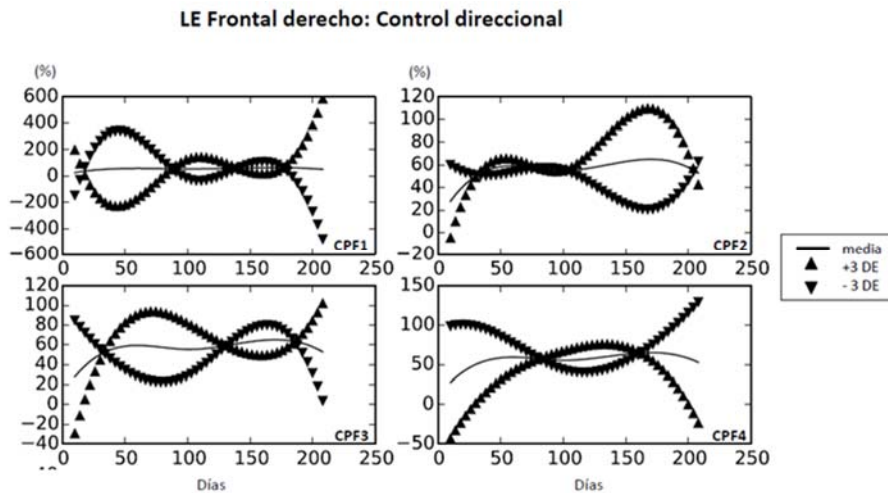


Figura 1. El análisis estadístico mostró diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 4 del parámetro control direccional en el límite de estabilidad frontal derecho en función del hemisferio afectado tras el ictus. LE, límites de estabilidad; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

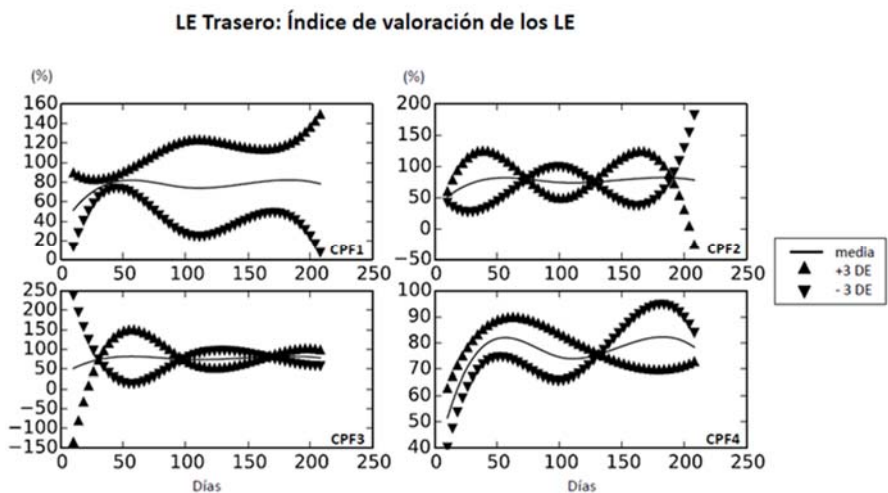


Figura 2. El análisis estadístico determinó diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 4 del parámetro índice de valoración de los límites de estabilidad en el límite de estabilidad trasero en función del hemisferio afectado tras el ictus. LE, límites de estabilidad; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

**Anexo 31 (continuación).** Prueba dinámica de los límites de estabilidad:

31.3 (continuación). *Figuras* de aquellos *componentes principales funcionales* cuyos *coeficientes de ajuste* mostraron diferencias estadísticamente significativas en los *efectos principales del factor hemicuerpo parético*:

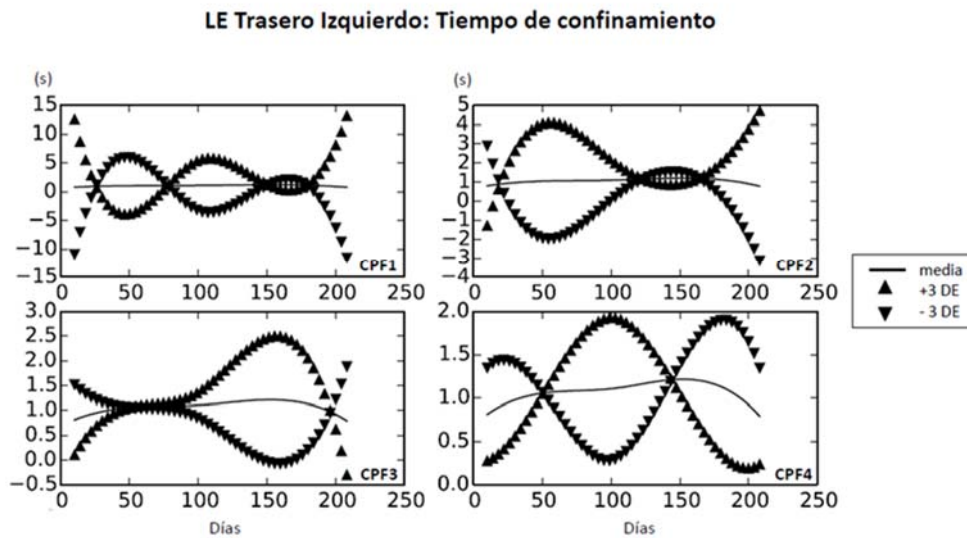


Figura 3. El análisis estadístico estableció diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de ajuste 2 del parámetro tiempo de confinamiento en el límite de estabilidad trasero izquierdo en función del hemicuerpo afectado tras el ictus. LE, límites de estabilidad; CPF1, CPF2, CPF3 y CPF4, componente principal funcional 1, 2, 3 y 4, respectivamente; DE, desviaciones estándar.

### Anexo 31 (continuación). Prueba dinámica de los límites de estabilidad:

31.4. *CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético:*

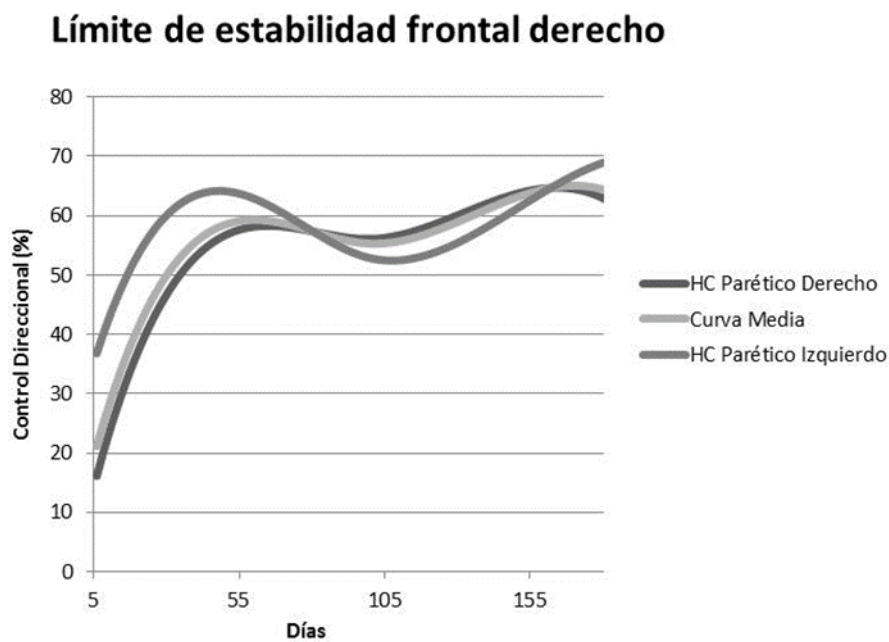


Figura 1. Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético en el parámetro de control direccional del LE frontal derecho. En la figura se advierte una mayor variabilidad en la linealidad de la trayectoria hacia delante en la diagonal derecha cuando la afectación tras el ictus se produjo en el hemicuerpo izquierdo, sin embargo, a pesar de esta variabilidad, la tendencia de recuperación al final del periodo de evaluación fue mejor cuando la afectación se produjo en este hemicuerpo, independientemente del grupo de tratamiento. HC, hemicuerpo.

**Anexo 31 (continuación).** Prueba dinámica de los límites de estabilidad:

31.4 (continuación). *CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético:*

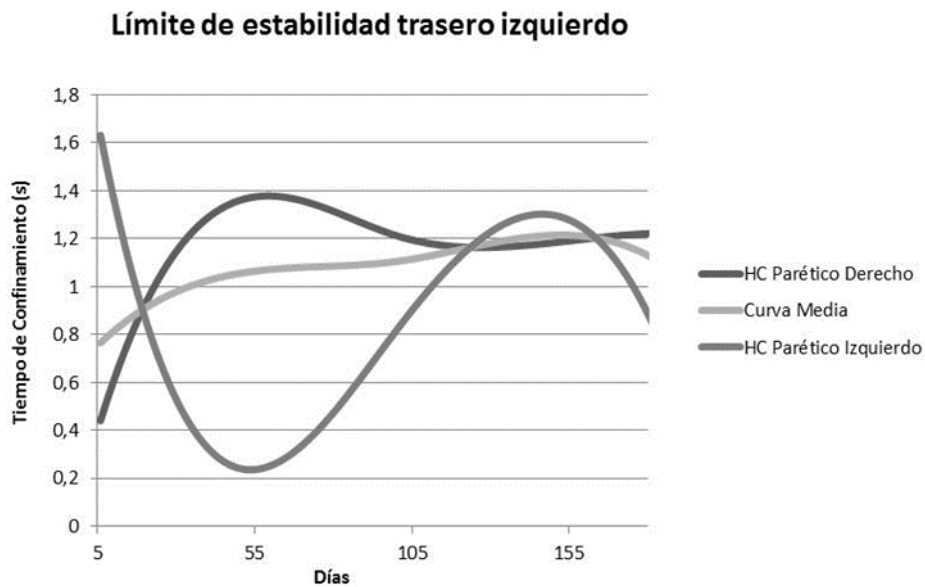


Figura 2. Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético en el parámetro tiempo de confinamiento del LE trasero izquierdo. La figura muestra una gran variabilidad en la velocidad de respuesta para iniciar el movimiento en la diagonal posterior izquierda cuando la afectación se produjo en el hemicuerpo izquierdo. Sin embargo, a pesar de la gran variabilidad mostrada, la curva de evolución mostró una mayor recuperación hacia el final del periodo de evaluación cuando se afectó este hemicuerpo ya que hubo un menor tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba hasta el abandono de la proyección del centro de gravedad de la diana central. HC, hemicuerpo

**Anexo 31 (continuación).** Prueba dinámica de los límites de estabilidad:

31.4 (continuación). *CURVAS RECONSTRUIDAS a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste que mostraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético:*

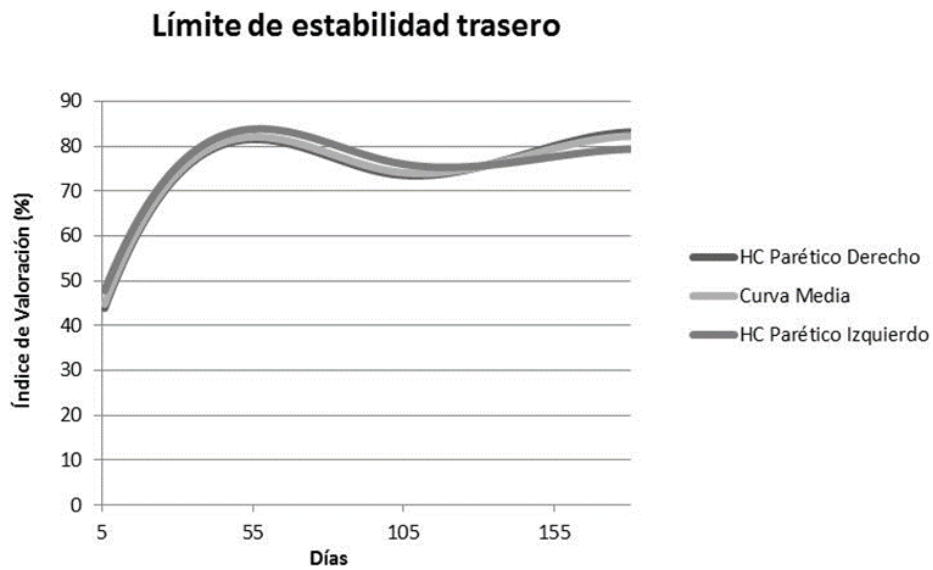


Figura 3. Curvas reconstruidas a partir de las medias marginales de los coeficientes de ajuste con diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales del factor hemicuerpo parético en el índice de valoración del LE trasero. En la figura se percibe claramente que el índice de valoración para este límite aumentó independientemente del hemicuerpo afectado. Sin embargo, la tendencia de recuperación de la curva de evolución de los sujetos con afectación del hemicuerpo derecho fue mayor que los que presentaron hemiparesia izquierdo, independientemente del grupo de tratamiento. HC, hemicuerpo.

**Anexo 32.** Resultados detallados del análisis estadístico en las variables velocidad de marcha y tiempo de apoyo:

Variable		$\chi^2$ de Wald	gl	p
Velocidad de marcha	Grupo	6,750	1	0,009*
	Fase	1,157	4	0,885
	Grupo*Fase	1,786	4	0,775

Análisis realizado mediante modelo lineal generalizado teniendo en cuenta todas las fases temporales de evaluación en las que se ha estudiado la velocidad de marcha (F4 a F8). Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . gl, grados de libertad.

Var.	Grupo	Fases de evaluación						p	Prueba
		F4			F8				
		P25	P50	P75	P25	P50	P75		
T_apoy_P	Interv.	0,3	0,6	0,9	0,5	0,6	0,7	0,043*	U Mann-Whitney t muestras independientes
	Control	0,5	0,6	1,2	0,6	0,7	0,8	0,666	
T_apoy_NP	Interv.	0,3	0,5	0,9	0,5	0,7	0,8	0,043*	U Mann-Whitney t muestras independientes
	Control	0,5	0,6	1,2	0,7	0,9	1,0	0,977	
Dif_T_apoy	Interv.	-0,03	-0,01	1,1	-0,02	-0,01	0,06	0,345	U Mann-Whitney t muestras independientes
	Control	-0,02	0,002	0,04	0,08	0,10	0,12	0,090	
IS	Interv.	5,5	7,0	13	0,9	4,7	8,3	0,500	U Mann-Whitney t muestras independientes
	Control	2,4	4,2	6,6	10	13	14	0,085	

Análisis intragrupo de las variables relacionadas con el tiempo de apoyo. El grado de libertad (gl) fue 1 para todos los casos en la prueba t muestras independientes. Se consideró estadísticamente significativo  $p < 0,05$ . T\_apoy\_P, tiempo de apoyo miembro inferior parético; T\_apoy\_NP, tiempo de apoyo miembro inferior no parético; Dif\_T\_Apoy, diferencia en el tiempo de apoyo; IS, índice de simetría.

**Anexo 33.** Valores de los coeficientes de correlación intraclase (CCI) obtenidos tras el análisis de fiabilidad interevaluador:

33.1. *Valores de los CCI* obtenidos en las distintas *escalas y pruebas clínicas*:

Variable	Valor CCI
BBS	1,000
BI	0,977
BipHS	0,870
CapHS	1,000
CNS_A	0,826
CNS_B	1,000
CNS_Total	0,933
EVA	1,000
FAC	1,000
FACHS	1,000
IMQ_Capacidades	0,949
IMQ_Esfuerzo	1,000
IMQ_Interés	0,896
IMQ_Tensión_presión	1,000
IMQ_Total	0,915
MAS_CDC	0,899
MAS_Psoas	1,000
MAS_TA	1,000
MMT_CDC	0,994
MMT_Psoas	1,000
MMT_TA	0,964
SedHS	1,000
TCT	1,000
TUG	1,000



**Anexo 33 (continuación).** Valores de los coeficientes de correlación intraclase (CCI) obtenidos tras el análisis de fiabilidad interevaluador:

33.2. *Valores de los CCI* obtenidos en las distintas *pruebas del análisis sensorial*:

Variable	ROA	ROC	RGA
Desplaz_Total (mm)	1,000	1,000	0,995
Ángulo_Desplaz	0,934	1,000	0,981
Dispersión_ML (mm)	0,985	0,998	1,000
Dispersión_AP (mm)	1,000	1,000	1,000
Velocidad (m/s)	1,000	0,982	0,947
Desplaz_ML (mm)	0,973	0,985	0,986
Desplaz_AP (mm)	1,000	1,000	1,000
Fuerza_Max_ML (N)	0,990	0,973	0,950
Fuerza_Max_AP (N)	0,991	0,978	0,991

33.3. *Valores de los CCI* obtenidos en la *prueba dinámica de los límites de estabilidad*:

Variables	LÍMITES DE ESTABILIDAD (Parámetros)								
	D	F_D	F_I	F	I	T_D	T	T_I	Prom
Desplaz_Max (%)	1,000	1,000	0,938	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
T_Reaccion (s)	0,733	0,989	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	1,000	1,000
Control_Direc (%)	1,000	1,000	0,962	1,000	0,993	1,000	1,000	0,978	1,000
Exito (%)	1,000	1,000	0,932	0,851	1,000	0,933	1,000	1,000	1,000
T_Confinam (s)	1,000	0,989	0,989	1,000	0,981	0,955	0,886	0,994	0,910
I_Valoración (%)	1,000	1,000	0,910	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

D, derecho; F-D, frontal derecho; F-I, frontal izquierdo; F, frontal; I, Izquierda; T-D, trasero derecho; T, trasero; T-I, trasero izquierdo; Prom, promedios; Desplaz\_Max, Desplazamiento máximo; T\_Reaccion, Tiempo de reacción; Control\_Direc, Control direccional; Exito, Éxito; T\_Confinam, Tiempo de confinamiento; I\_Valoración, Índice de valoración de los límites de estabilidad.

---

**Anexo 33 (continuación).** Valores de los coeficientes de correlación intraclase (CCI) obtenidos tras el análisis de fiabilidad interevaluador:

33.4. *Valores de los CCI* obtenidos en la *prueba de marcha*:

Variable	Valor CCI
FX1	1,000
FX2	1,000
FX3	0,907
FX4	1,000
FY1	0,862
FY2	0,835
FY3	0,982
FY4	1,000
FZ1	0,864
FZ2	0,919
FZ3	0,711
FZ4	0,978
Velocidad de marcha	0,705
Índice de simetría	0,936





