

## TESIS DOCTORAL

*Influencia de la fisioterapia acuática en la  
movilidad de sujetos con lesión medular  
espinal: ensayo clínico aleatorizado y  
controlado*

Autora

***Raquel Menchero Sánchez-Cifuentes***

Directores

***Javier Güeita Rodríguez***

***Inés Martínez Galán***

**Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud**

**Escuela Internacional de Doctorado**

2025









©2025 Autora Raquel Menchero Sánchez-Cifuentes  
Algunos derechos reservados  
Este documento se distribuye bajo la licencia  
"Atribución 4.0 Internacional" de Creative Commons,  
disponible en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Esta tesis doctoral forma parte de un proyecto de investigación más amplio, realizado por el Grupo de Investigación en Agua y Salud de la Universidad de Castilla-La Mancha en colaboración con el Servicio de Rehabilitación del Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo, y ha sido financiado por la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha y cofinanciado por los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER), referencia SBPLY/19/180501/000250.







## Agradecimientos

Resulta difícil creer, pero este apartado de la Tesis Doctoral tiene un gran significado, donde todos los doctorandos intentamos resumir el largo camino que llevamos detrás. Llegó el momento de poner punto y seguido a una gran etapa.

Siempre he pensado en como transmitir esos millones de gracias que tengo guardados para todas las personas que han estado en estos cuatro años.

En primer lugar, al Dr. Javier Güeita Rodríguez por darme la oportunidad de comenzar este camino en la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. A la Dra. y Catedrática Inés Martínez Galán, por iniciar y tener la paciencia de finalizar esta Tesis Doctoral aun estando jubilada. No tengo palabras de agradecimiento de todo lo que me habéis ayudado, apoyado y enseñado. Y no sin menos merecimiento, a la Dra. Helena Romay Barrero, por confiar a ciegas en octubre del 2020, y desde entonces, dispuesta a ayudar a cualquier hora y día. Gracias por darme todas las grandes oportunidades en el ámbito de la docencia y de la fisioterapia acuática. Estoy orgullosa de poder haber aprendido de grandes profesionales, espero seguir compartiendo momentos en un futuro próximo.

A mis compañeros del Grupo de Investigación en Agua y Salud (GIAS) de la Universidad de Castilla- La Mancha. Por impulsar el desconocido mundo de la terapia acuática, sin vosotros esto no hubiera sido posible. A los profesionales del Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo. A la unidad de Biomecánica, en especial a la Dra Isabel Sinovas. A dos grandes fisioterapeutas que me acogieron al llegar y no me han soltado desde entonces, Araceli Fernández y Dra Soraya Martín, gracias por enseñarme todo sobre la lesión medular y estar ahí en mi crecimiento profesional y personal. Empezamos por un póster en Alicante y ya llevamos unos cuantos congresos. Siempre he soñado con ser Araceli algún día, los que la conocéis sabéis el por qué, espero ser la mitad que tú algún día en el tratamiento de la lesión medular. Gracias por enseñarme tantísimo. Y en especial a aquellos pacientes, que se prestaron a realizar esta investigación, sin ellos nada de esto tendría sentido.

A mis amigas, la Dra. Natalia Comino y casi Dra. Irene Pinilla, por escuchar aun cuando no sabemos ni por donde seguir, sois de mis mejores descubrimientos. Y por supuesto, a las amigas de siempre, bien sabéis lo que es este camino, y los altibajos han sido menos sufridos con vosotras, os debo mucho.

Y, por último, a mi querida familia, mis padres, Juli y Juanma, por darme la oportunidad de ir a donde yo sea feliz, Alicante, Italia, EEUU. Gracias por siempre querer darnos una educación tan enriquecedora en todos los sentidos. Mis hermanos Juan y Adriana, siempre a mi lado estén lejos o cerca. Nunca hubiera imaginado que una “futura peluquera” llegara hasta aquí, pero parte de este largo camino ha sido gracias a mis tías y tío, hace 12 veranos que fuimos a ver Universidades por media España y no sabéis lo agradecida que estoy. A mis abuelos los que están y los que no están, gracias por apoyarme y mimarme siempre. Y al que lleva aguantando desde primera línea la escritura de esta Tesis, Iván, gracias por creer que podía hacerlo cuando ni yo confiaba en terminarla.

Se cierra un largo capítulo que nunca olvidaré.

A todos, muchas gracias.









# Índice de contenidos

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XXIII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>31</b>
<b>1.1 Médula espinal. Recuerdo anatómico y fisiológico</b> .....	<b>31</b>
<b>1.2 Lesión medular espinal</b> .....	<b>37</b>
1.2.1 Definición de lesión medular. Clasificación .....	37
1.2.2 Etiología y epidemiología de la lesión medular .....	40
<b>1.3 Fisiopatología de la lesión medular</b> .....	<b>42</b>
<b>1.4 Manifestaciones clínicas de la lesión medular incompleta</b> .....	<b>44</b>
1.4.1 Síndromes clínicos de la lesión medular incompleta .....	44
1.4.2 Manifestaciones clínicas según la función .....	45
1.4.3 Complicaciones según la función .....	48
1.4.4 Manejo de la lesión medular .....	50
<b>1.5 Fisioterapia acuática en lesión medular espinal</b> .....	<b>54</b>
1.5.1 Fisiología de la inmersión .....	54
1.5.2 Fisioterapia acuática: métodos especiales .....	60
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>69</b>
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	<b>77</b>
3.1 Hipótesis conceptual .....	77
3.2 Hipótesis operacional .....	77
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	<b>82</b>
4.1 Objetivo principal .....	82
4.2 Objetivos secundarios .....	82

<b>5. MATERIAL Y MÉTODO .....</b>	<b>87</b>
5.1 Diseño del estudio .....	87
5.2 Emplazamiento.....	87
5.3 Población de estudio .....	87
5.4 Muestra .....	87
5.4.1 Criterios de selección .....	87
5.4.2 Tamaño muestral .....	89
5.4.3 Método de selección de la muestra .....	90
5.4.4 Formación de los grupos .....	90
5.5 Variables: Definiciones y métodos de medida .....	91
5.5.1 Variable principal .....	92
5.5.2 Variables secundarias .....	99
5.6 Intervención.....	104
5.6.1 Piscina terapéutica y material de apoyo .....	104
5.6.2 Fisioterapia acuática .....	106
5.6.3 Grupo control .....	119
5.7 Recogida de datos .....	120
5.8 Análisis estadístico .....	120
5.8.1 Muestra para el análisis .....	120
5.8.2 Estrategia de análisis .....	121
5.9 Aspectos éticos y legales.....	122
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>126</b>
6.1 Características de la muestra .....	127
6.2 Homogeneidad de los grupos .....	130
6.3 Eficacia de la intervención .....	133
6.3.1 Cumplimiento del protocolo .....	133
6.3.2 Eficacia en el equilibrio .....	137
6.3.3 Eficacia sobre la marcha .....	150
6.3.4 Eficacia sobre la calidad de vida relacionada con la salud .....	157
<b>7. DISCUSIÓN.....</b>	<b>167</b>
7.1 Metodología.....	167
7.2 Características de los participantes .....	172
7.3 Eficacia en las variables de respuesta .....	173

7.3.1	Equilibrio .....	173
7.3.2	Marcha.....	179
7.3.3	Calidad de vida relacionada con la salud .....	184
<b>7.4</b>	<b>Fortalezas del estudio y limitaciones .....</b>	<b>188</b>
<b>7.5</b>	<b>Relevancia clínica y futuras líneas de investigación.....</b>	<b>190</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>198</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>203</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>230</b>
	<b>Anexo 1.</b> International Standards for Neurological Classification of SCI en castellano.....	230
	<b>Anexo 2.</b> Información por escrito para solicitar la participación en el estudio.....	231
	<b>Anexo 3.</b> Cuaderno de recogida de datos.....	236



## Abreviaturas y acrónimos

<b>FA</b>	Fisioterapia acuática
<b>LME</b>	Lesión medular espinal
<b>ASIA</b>	American Spinal Cord Injury Association
<b>AIS</b>	<i>ASIA Impairment Scale</i>
<b>ISNCSCI</b>	<i>International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury</i>
<b>NE</b>	No evaluable
<b>CAV</b>	Contracción anal voluntaria
<b>PAV</b>	Presión anal profunda
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>EEUU</b>	Estados Unidos
<b>LMEi</b>	Lesión Medular Espinal incompleta
<b>ITU</b>	Infecciones en las vías del tracto urinario
<b>SNC</b>	Sistema nervioso central
<b>EEII</b>	Extremidades inferiores
<b>EESS</b>	Extremidades superiores
<b>PH</b>	Presión hidrostática
<b>FC</b>	Frecuencia cardíaca
<b>VO2</b>	Consumo de oxígeno
<b>MF</b>	Momento de flotación
<b>v</b>	Velocidad
<b>R</b>	Resistencia del agua
<b>FAE</b>	Fisioterapia Acuática Específica
<b>CDG</b>	Centro de gravedad
<b>WISCI-II</b>	Walking Index for Spinal Cord Injury
<b>HNP</b>	Hospital Nacional de Paraplégicos
<b>BBS</b>	Berg Balance Scale
<b>CVRS</b>	Calidad de vida relacionada con la salud
<b>TUG</b>	Time Up and Go
<b>IBV</b>	Instituto Biomecánico de Valencia

<b>N</b>	Newtons
<b>CDP</b>	Centro de presiones
<b>ROA</b>	Romberg ojos abiertos
<b>ROC</b>	Romberg ojos cerrados
<b>RGA</b>	Romberg ojos abiertos en plano inestable de gomaespuma
<b>RGC</b>	Romberg ojos cerrados en plano inestable de gomaespuma
<b>AP</b>	Antero-posterior
<b>ML</b>	Medio-lateral
<b>10MWT</b>	10 Meter Walk Test
<b>6MWT</b>	6 Minute Walk Test
<b>EQ-5D/5L</b>	Euroqol 5 dimensions 5 Levels
<b>QLI-SCI</b>	Quality of Life Index, Spinal Cord Injury Version
<b>RPE</b>	Rate of perceived exertion
<b>GC</b>	Grupo control
<b>GI</b>	Grupo intervención
<b>EM</b>	Esclerosis múltiple
<b>AVC</b>	Accidente cerebrovascular
<b>s</b>	Segundos
<b>m</b>	Metros



# Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Escala de afectación neurológica según ISNCSCI..	39
<b>Tabla 2.</b>	Variaciones en la descarga del peso corporal según el nivel de inmersión.....	57
<b>Tabla 3.</b>	Variables incluidas en el estudio y métodos de medida. ....	91
<b>Tabla 4.</b>	Métodos de medida y variables utilizadas en la posturografía.....	95
<b>Tabla 5.</b>	Escala del esfuerzo percibido de Borg..	107
<b>Tabla 6.</b>	Intensidad de ejercicio según porcentaje de VO <sub>2</sub> max, FCmax y escala RPE en sujetos sanos vs con LME.....	108
<b>Tabla 7.</b>	Protocolo de actuación de la intervención de FA.....	110
<b>Tabla 8.</b>	Características sociodemográficas basales de la muestra total. ....	128
<b>Tabla 9.</b>	Características clínicas basales de la muestra total.....	129
<b>Tabla 10.</b>	Valores basales de las variables de respuesta en la muestra total.	130
<b>Tabla 11.</b>	Características sociodemográficas de los grupos de intervención y control al inicio del estudio. ....	131
<b>Tabla 12.</b>	Características clínicas de los grupos de intervención y control al inicio del estudio.....	132
<b>Tabla 13.</b>	Valores de las variables de respuesta de los grupos intervención y control al inicio del estudio. ....	132
<b>Tabla 14.</b>	Sujetos que modifican al menos un 20% los resultados de las variables de equilibrio. ....	137
<b>Tabla 15.</b>	Análisis univariado de BBS. ....	138
<b>Tabla 16.</b>	Análisis multivariado en BBS. ....	140
<b>Tabla 17.</b>	Probabilidad de mejorar al menos un 20% en el BBS según grupo y edad.....	141
<b>Tabla 18.</b>	Análisis univariado de TUG.....	141
<b>Tabla 19.</b>	Efecto atribuible a la intervención en las variables de equilibrio. ....	143
<b>Tabla 20.</b>	Sujetos que modifican al menos un 20% la prueba de Romberg ojos abiertos.....	144
<b>Tabla 21.</b>	Sujetos que modifican al menos un 20% la prueba de Romberg ojos cerrados.....	145
<b>Tabla 22.</b>	Sujetos que modifican al menos un 20% la prueba de Romberg ojos abiertos en plano inestable de gomaespuma. ....	146
<b>Tabla 23.</b>	Efecto atribuible a la intervención en las variables de la prueba Romberg ojos abiertos. ....	147

<b>Tabla 24.</b> Efecto atribuible a la intervención en las variables de la prueba Romberg ojos cerrados. ....	148
<b>Tabla 25.</b> Efecto atribuible a la intervención en las variables de la prueba Romberg ojos abiertos con gomaespuma. ....	149
<b>Tabla 26.</b> Resultados iniciales y finales de la prueba Romberg ojos cerrados con gomaespuma por grupos. ....	150
<b>Tabla 27.</b> Sujetos que modifican al menos un 20% las variables de marcha. ....	151
<b>Tabla 28.</b> Análisis univariado de 6MWT. ....	152
<b>Tabla 29.</b> Análisis univariado de 10MWT. ....	153
<b>Tabla 30.</b> Análisis univariado de WISCI-II. ....	154
<b>Tabla 31.</b> Efecto atribuible a la intervención en las variables de respuesta de marcha. ....	155
<b>Tabla 32.</b> Número y porcentaje de respuesta en cada dimensión EQ-5D/5L. ....	157
<b>Tabla 33.</b> Número y porcentaje de sujetos que mejoran al menos un 20% en EQ-5D/5L. ....	159
<b>Tabla 34.</b> Número y porcentaje de sujetos que mejoran al menos un 20% en el cuestionario QLI-SCI. ....	160
<b>Tabla 35.</b> Efecto atribuible a la intervención en EQ-5D y QLI-SCI. ....	161



# Índice de figuras

<b>Figura 1.</b>	Esquema de una visión posterior del cono medular.....	32
<b>Figura 2.</b>	Corte transversal de la médula espinal. Esquema de las vías ascendentes de la médula espinal.....	34
<b>Figura 3.</b>	Corte transversal de la médula espinal. Esquema de las vías descendentes de la médula espinal.....	34
<b>Figura 4.</b>	Organización del sistema vegetativo .....	35
<b>Figura 5.</b>	Selección de algunas Katas de Ai -Chi clínico con posición inicial (A) y final (B).....	64
<b>Figura 6.</b>	Posición en la plataforma de fuerza con gomaespuma.....	96
<b>Figura 7.</b>	Condiciones de exploración del análisis sensorial. ....	97
<b>Figura 8.</b>	Sujeto realizando prueba de Romberg ojos abiertos .....	98
<b>Figura 9.</b>	Piscina terapéutica del Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo. ....	104
<b>Figura 10.</b>	Material auxiliar de apoyo. ....	105
<b>Figura 11.</b>	Material acuático utilizado en la intervención. ....	105
<b>Figura 12.</b>	Participante en plataforma desestabilizadora con trabajo en el eje mediolateral. ....	106
<b>Figura 13.</b>	Aplicación Polar Flow. ....	108
<b>Figura 14.</b>	Calentamiento en estático (A) y en dinámico (B) con apoyo .....	111
<b>Figura 15.</b>	Ejercicio de agilidad rápida en fase 2A.....	112
<b>Figura 16.</b>	Marcha con apoyos en la fase 2A.....	113
<b>Figura 17.</b>	Marcha lateral con sentadilla en la fase 2A.....	113
<b>Figura 18.</b>	Posición inicial de Ai-Chi clínico, fase 2B. ....	114
<b>Figura 19.</b>	Equilibrio barras con doble tarea en la fase 2C.....	115
<b>Figura 20.</b>	Equilibrio en plataforma con apoyo monopodal (A), marcha en tándem (B) y desestabilización por fisioterapeuta (C) en la fase 2C. ....	115
<b>Figura 21.</b>	Posición final de Ai-Chi clínico en la fase 2D.....	116
<b>Figura 22.</b>	Ejercicio de fuerza en escalón en la fase 2E.....	117
<b>Figura 23.</b>	Potenciación de las EEII con punto fijo de las EESS en barandilla en la fase 2E.....	117
<b>Figura 24.</b>	Saltos con diferente material auxiliar en la fase 3.....	118
<b>Figura 25.</b>	Bicicleta sin apoyos en la fase 3.....	119
<b>Figura 26.</b>	Diagrama de flujo según Consolidated Standards of Reporting Trials.....	127

<b>Figura 27.</b> Distribución del tiempo de las sesiones en niveles de intensidad del ejercicio según Polar Team. ....	134
<b>Figura 28.</b> Número de sujetos y sesiones realizadas de FA del grupo intervención. ....	135
<b>Figura 29.</b> Causas y número de sujetos que han modificado la distribución temporal de las sesiones en el grupo intervención. ....	136
<b>Figura 30.</b> Causas y número de sujetos que han modificado la distribución temporal de las sesiones en el grupo control. ....	136
<b>Figura 31.</b> Número y porcentaje de sujetos categorizado según tipo de marcha de WISCI-II.....	156
<b>Figura 32.</b> Porcentaje de sujetos que cambiaron de nivel en la escala WISCI-II en ambos grupos al finalizar el estudio.....	156
<b>Figura 33.</b> Porcentaje de sujetos en niveles 4 y 5 por dimensiones EQ-5D/5L.....	159









## Resumen

**Introducción.** La alteración del equilibrio que se produce tras la lesión medular espinal (LME) es uno de los factores determinantes a la hora de conseguir realizar la marcha, ya que es necesaria la integración de inputs aferentes con los sistemas de coordinación a nivel central para ajustar el movimiento a los requerimientos concretos. La recuperación temprana del equilibrio es uno de los principales objetivos en los sujetos con lesión medular espinal incompleta (LMEi) para así iniciar la recuperación de la independencia funcional y con ello mejorar su calidad de vida relacionada con la salud (CVRS). La fisioterapia acuática (FA) ha sido objeto de investigación en este ámbito en LME crónica y otras enfermedades neurológicas con resultados prometedores propiciados por las propiedades hidromecánicas, siendo un entorno seguro, sin restricción del movimiento al no usar fijaciones externas y permitiendo la realización de movimientos que en tierra serían casi imposibles de realizar debido a la importante disminución del balance muscular en el estado agudo/subagudo de la LMEi. Hasta el momento, son escasas las pruebas sobre la efectividad de esta terapia en LME aguda/subaguda.

**Objetivos.** El objetivo principal fue analizar si existen diferencias en la recuperación del equilibrio entre el tratamiento habitual y añadir a ese tratamiento 18 sesiones de FA en sujetos con LMEi de menos de 6 meses de evolución. Como objetivos secundarios se plantearon comprobar la posible mejora en la velocidad, resistencia, capacidad de la marcha y en la CVRS, y así mismo, analizar si las variables sociodemográficas y clínicas podrían influir en los resultados sobre equilibrio y marcha.

**Metodología.** Se desarrolló un ensayo clínico aleatorizado, controlado, con evaluación ciega de las variables de respuesta. Los participantes fueron 50 sujetos de 18 a 70 años, con LME desde T1 a L5, C y D según la escala de deficiencia de la Asociación Americana de Lesión Medular con menos de 6 meses de evolución e ingresados en el Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo. La intervención consistió en realizar 18 sesiones de FA distribuidas en 6

semanas como rehabilitación complementaria, el grupo control (GC) realizó su rehabilitación habitual sin FA. Se analizó el equilibrio con la prueba *Berg Balance Scale* (BBS), *Time Up and Go* (TUG) y un estudio de posturografía (NedSVE/IBV). La marcha se evaluó con *6 Minute Walk test* (6MWT), *10 Meter Walk Test* (10MWT) y *Walking Index for Spinal Cord Injury II* (WISCI-II). La CVRS mediante el cuestionario genérico *Euroqol 5 Dimensions 5 Levels* (EQ-5D/5L) y el cuestionario específico, *Quality of Life Index for Spinal Cord Injury* (QLI-SCI). Se evaluó la eficacia comparando, en cada una de las pruebas, el porcentaje de sujetos que en cada grupo habían obtenido una mejoría de al menos un 20%. Cuando el análisis univariado detectó efectos, se aplicó regresión logística para descartar interacciones y variables confusoras. Además, se calcularon y se compararon las puntuaciones medias de ambos grupos mediante t de Student o una prueba no paramétrica cuando fue necesario.

**Resultados.** El 68,20% de los sujetos del grupo de intervención (GI) mejoraron al menos un 20% el BBS frente al 38,50% del GC ( $p= 0,04$ ). En el grupo de menores del GI de 40 años fue el 76,90% vs 57,10% ( $p= 0,03$ ). Controlando por la edad las probabilidades de mejorar al menos un 20% son casi 4 veces mayores en el GI ( $p= 0,03$ ). El análisis de posturografía indicó un mejor control de la estabilidad en terrenos inestables mediante la prueba de Romberg ojos abiertos con gomaespuma en el desplazamiento mediolateral ( $p < 0,05$ ). El porcentaje de sujetos que mejoraron al menos un 20% en las variables TUG y 6MWT fue mayor en el GC ( $p= 0,02$ ). El 92,3% de los sujetos del GI pasó a ser independiente en la marcha, frente al 64,3% del GC. No se encontraron cambios en la CVRS.

**Conclusiones.** La FA aplicada durante 6 semanas se ha mostrado eficaz para mejorar al menos un 20% el equilibrio en LMEi de menos de 6 meses de evolución. Los resultados sugieren un efecto beneficioso de FA para mejorar el control de la estabilidad en terrenos inestables. No se han encontrado efectos beneficiosos de la FA sobre la marcha, ni la CVRS. La FA se ha mostrado como una opción terapéutica segura, versátil y fácil de adaptar a la situación de cada sujeto.

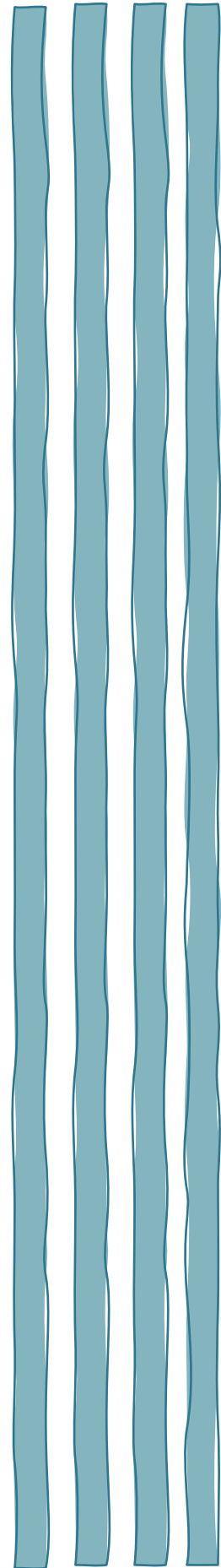
Son necesarios más estudios para poder determinar el momento más adecuado de aplicación y la duración necesaria para obtener el mayor beneficio posible, así como para explorar otros objetivos terapéuticos.

**Palabras clave.** Lesión medular incompleta, fisioterapia acuática, equilibrio, marcha, calidad de vida relacionada con la salud





# ***1. Introducción***







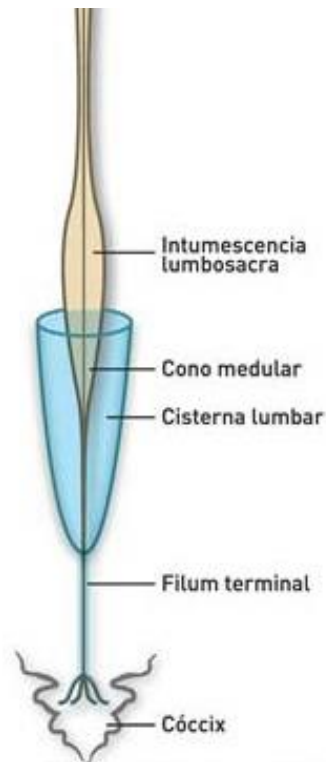
# 1. Introducción

El estudio que se plantea en este manuscrito se encuadra dentro de la rehabilitación neurológica, y más concretamente dentro de la fisioterapia acuática (FA) en lesión medular espinal (LME).

## 1.1 Médula espinal. Recuerdo anatómico y fisiológico

La LME resulta de la interrupción de las vías nerviosas que comunican el cerebro con el resto del organismo, ocasionando el cese de sus funciones motoras, sensitivas y vegetativas (1).

La médula espinal es la parte del sistema nervioso central que ocupa el conducto vertebral, siendo la principal conductora de la información motora y sensitiva entre el cerebro y el resto del cuerpo (2,3). Se extiende desde la articulación atlantooccipital a cuyo nivel se sitúa la unión bulbomedular y finaliza a nivel de la cara superior del cuerpo de L2 (2). El espacio entre L2 (fin medula espinal) y S2 (fin duramadre) se denomina saco dural. El extremo caudal de la médula espinal con forma cónica se denomina cono medular desde el que desciende el *filum terminale* o filamento espinal (2,3) (figura 1). La médula espinal está recubierta por las meninges que del exterior al interior son duramadre, aracnoides y piamadre que tapiza íntimamente la médula espinal. Entre la piamadre y la aracnoides se sitúa el espacio subaracnoideo que contiene líquido cefalorraquídeo, vasos sanguíneos y trabéculas de tejido conjuntivo (4).



**Figura 1.** Esquema de una visión posterior del cono medular. Extraída de García-Porrero et al. (2015) (2).

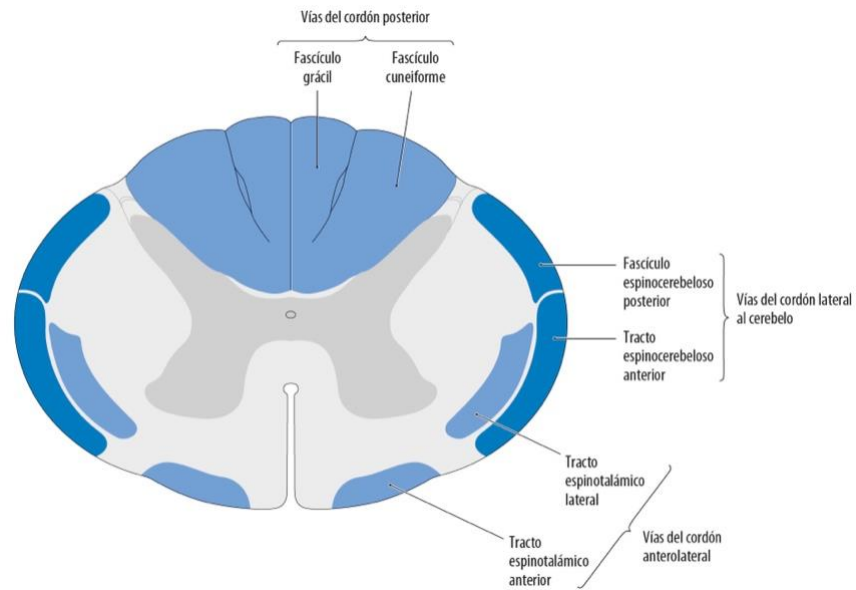
El tejido nervioso que la forma, se organiza en sustancia gris y sustancia blanca. La sustancia gris se sitúa en la parte central de la médula y se dispone formando dos astas anteriores, dos astas laterales y dos posteriores. Sus elementos constituyentes son los somas de neuronas motoras y las neuronas de asociación. La sustancia blanca se encuentra alrededor de la gris y contiene paquetes ascendentes y descendentes de axones mielínicos y amielínicos, conocidos como tractos o fascículos. Uno o más tractos forman los conocidos funículos o cordones (4).

La médula se divide en 31 mielómeros de los cuales 8 son cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares, 5 sacros y 1 coccígeo. Cada mielómero se corresponde con un par de nervios raquídeos saliendo uno por el agujero intervertebral derecho y otro por el izquierdo correspondientes (5). Al ser la médula espinal más corta que el conducto raquídeo, la distancia entre los segmentos medulares y los agujeros intervertebrales va aumentando progresivamente, por lo que las raíces de los nervios espinales se van haciendo más largas y oblicuas en sentido

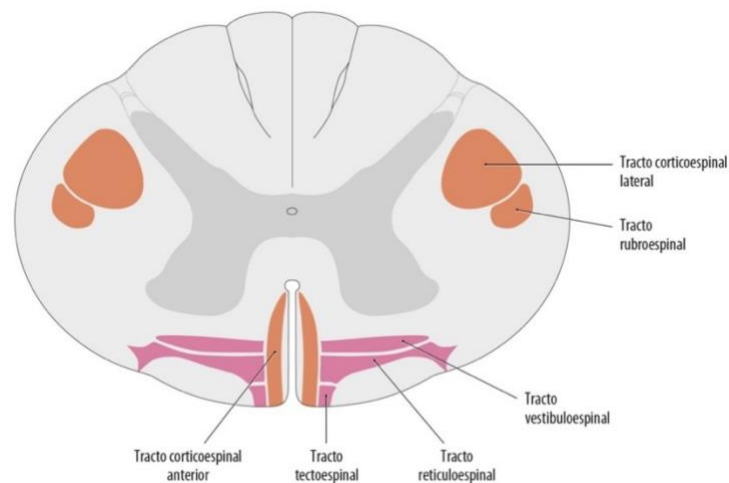
rostrocaudal. Las raíces de los nervios espinales lumbares y sacros son prácticamente verticales, descendiendo por la cisterna lumbar rodeando el cono y el filamento terminal formando un haz denominado cauda equina o cola de caballo (2).

Según la dirección de la conducción de la señal, los tractos nerviosos ascendentes o aferentes transportan la información desde el tronco y extremidades hacia el cerebro. Las vías más importantes junto a su función son las vías del cordón anterolateral, dividido en haces espinotalámico lateral (sensibilidad dolorosa y térmica) y espinotalámicos anterior (sensibilidad táctil gruesa); vías del cordón lateral del cerebelo, haz espinocerebeloso anterior y posterior (propiocepción inconsciente) y vías de cordones posteriores, fascículo grácil (propiocepción consciente del miembro inferior y táctil fina) y fascículo cuneiforme (propiocepción consciente del miembro superior) (figura 2) (2,6).

Los tractos nerviosos descendentes o eferentes son los encargados de la motricidad y conducen la información motora desde los centros superiores hacia las motoneuronas, se encuentran organizados en los haces piramidales o corticoespinales lateral y anterior (motricidad fina de las manos) y los haces estático-posturales: rubroespinal, vestibuloespinal y reticuloespinal y tectoespinal (figura 3). El sistema motor no se puede dividir de forma clara debido a la gran cantidad de mecanismos de autorregulación que intervienen en las secuencias motoras. A nivel de los segmentos medulares se puede delimitar las eferencias, pero a nivel cortical están mezcladas entre sí y es prácticamente inexistente un trastorno motor aislado (2,6).



**Figura 2.** Corte transversal de la médula espinal. Esquema de las vías ascendentes de la médula espinal. Extraída de García-Porrero et al. (2015) (2).

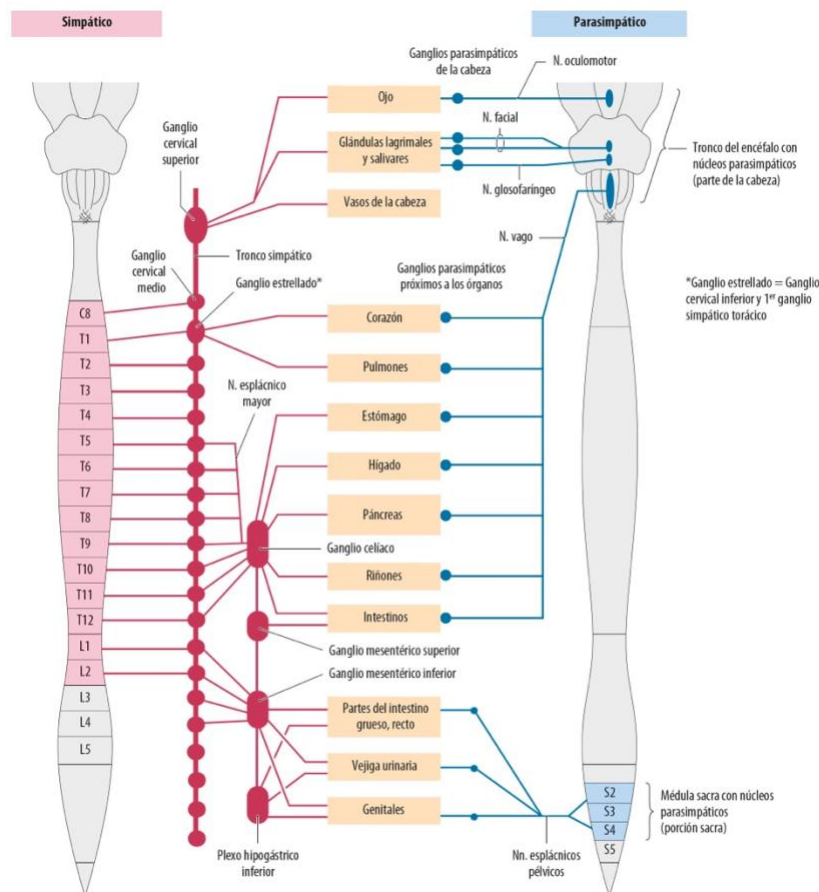


**Figura 3.** Corte transversal de la médula espinal. Esquema de las vías descendentes de la médula espinal. Extraída García-Porrero et al. (2015) (2).

El sistema nervioso se divide en sistema nervioso vegetativo (órganos internos, glándulas y vasos sanguíneos) y sistema nervioso somático (piel, órganos de los sentidos y musculoesquelético) (7).

La división simpática del sistema nervioso vegetativo se inicia en el asta lateral de la médula espinal desde C8 a L2 (2). En la división parasimpática, los nervios

se originan en partes de los núcleos de los nervios craneales y médula sacra (S2-S4) (8). Los sistemas simpático y parasimpático interactúan constantemente para regular varios procesos como la presión arterial, la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y la acción sobre la musculatura involuntaria de diferentes órganos y esfínteres entre otros (figura 4) (7).



**Figura 4.** Organización del sistema vegetativo. Extraído de Schünke et al. (2021) (7).

El sistema nervioso somático habitualmente opera bajo el control voluntario. Las alteraciones de la función neuromotora se produce por una disfunción entre otros en el sistema piramidal de la médula espinal. Estas disfunciones se asocian con cambios en el tono muscular, la ejecución motora compleja o el movimiento (7).

Para una adecuada ejecución del movimiento es necesaria la intervención de la médula espinal junto al encéfalo. En las funciones asociadas a la coordinación y el equilibrio están implicadas un tipo de neuronas llamadas células de *Purkinje* que se encuentran en el cerebelo. Igualmente, el tronco encefálico participa en muchos procesos como control postural, posición erecta o locomoción espontánea (4).

Los reflejos medulares son aquellas respuestas coordinadas y estereotipadas ante señales sensoriales que están integradas en la médula espinal (4). Se han descrito varios reflejos medulares importantes, entre ellos el reflejo miotático o de estiramiento, el reflejo postural y los locomotores de la médula. Dentro de estos últimos el reflejo llamado de reacción positiva consiste en que un punto de presión sobre la almohadilla plantar determina la dirección con la que se extenderá el miembro e impedirá la caída hacia ese lado. Por su parte, el reflejo medular de enderezamiento integra en la médula reflejos relativamente complejos asociados a la postura. Los primeros reflejos en recuperarse después de una LME son los reflejos miotáticos seguidos de los que posean un carácter más complejo como los reflejos flexores o los posturales antigravitatorios (9).

La irrigación arterial de la médula espinal depende de cinco arterias, que nacen en la región cervical de la arteria vertebral, recorriendo longitudinalmente y recibiendo aportes arteriales a diferentes niveles. Las arterias espinales anteriores y posteriores son la principal irrigación de la médula espinal. El sistema venoso constituido por las venas intramedulares presenta una distribución similar a la del arterial (10). La médula espinal no está innervada, pero sí lo están las meninges (11).

Una lesión en la médula espinal da como resultado la interrupción de las vías tanto vegetativas como somáticas, provocando un desequilibrio en todo el cuerpo humano. Dependiendo del nivel de LME, la presentación clínica será muy diferente según la cantidad de circuitos espinales afectados y las consecuentes disfunciones que se produzcan como podrían ser cardiovasculares, motoras, respiratorias, intestinales o urinarias entre otras.

## 1.2 Lesión medular espinal

### 1.2.1 Definición de lesión medular. Clasificación

Se entiende por LME cualquier cambio ocurrido sobre la médula espinal que produzca alteraciones en el movimiento, la sensibilidad o la función autónoma por debajo de dicha lesión (11). Los cambios producidos por la LME tienen una repercusión importante en la vida de las personas, afectando a aspectos psicológicos, sociales, económicos y familiares.

Hasta 1992 no hubo una clasificación internacional de la LME que permitiera usar un esquema de clasificación unificado para describirla. Fue creada por *The American Spinal Cord Injury Association* (ASIA). Permite realizar un examen neurológico, permitiendo tener una clasificación aceptada mundialmente de la LME. En 2013, *The International Spinal Cord Society* y ASIA se unieron para crear una base de datos global que recoge, entre otras variables, los datos sociodemográficos, los biomarcadores, y las características neurológicas de los lesionados medulares (12).

La gravedad, así como el nivel de la lesión se categorizan según las Normas Internacionales para la Clasificación Neurológica de las Lesiones de Médula Espinal, por sus siglas en inglés ISNCSCI, *International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury* (anexo 1). El examen neurológico y la clasificación de la Escala de Deficiencia, descrita por sus siglas en inglés, *ASIA Impairment Scale* (AIS) consiste en una exploración sistematizada de las funciones motora y sensitiva, para así determinar el nivel y la extensión de la lesión. La forma óptima de realizarla será colocando al sujeto en decúbito supino. El nivel de lesión lo constituye el segmento de función sensitiva y motora normal localizado por encima del segmento más rostral afectado. Una misma lesión puede tener distintos niveles motores y sensitivos y diferir además en ambos hemisferios (13).

La exploración motora se lleva a cabo en 10 músculos clave, 5 en miembros superiores y 5 en miembros inferiores de forma bilateral. Puntúa el balance

muscular entre 0 y 5, siendo 0 una parálisis total, mientras que un músculo se considerará “normal”, con una puntuación de 5, cuando existe un movimiento activo con un rango de movimiento completo contra resistencia total, en una posición muscular específica esperada en una persona sin deficiencia alguna (14).

La exploración sensitiva se lleva a cabo en 28 dermatomas (de C2 a S4-5) en ambos lados del cuerpo. En cada uno de estos puntos clave, se exploran dos aspectos de la sensibilidad: el tacto fino y el pinchazo (discriminación entre romo y punzante) con una puntuación entre 0 y 2, siendo 0 la ausencia de sensibilidad, 1 la sensibilidad alterada (apreciación deficiente o parcial incluida hiperestesia) y 2 una sensibilidad normal o intacta (similar a la mejilla). Tanto en la función motora como sensitiva se podría considerar no evaluable (NE) cuando no se puede realizar la exploración. Se usa “\*” cuando existe la presencia de una condición no relacionada con la LME (14).

Para evaluar la incontinencia fecal se valora la contracción anal voluntaria (CAV) realizada por el esfínter anal externo, inervado por los componentes somáticos del nervio pudendo de S2 a S4. Se evalúan las contracciones voluntarias que se producen alrededor del dedo del examinador insertado en el recto. Pueden clasificarse como presente (si) o ausente (no). Cuando hay CAV presente significa que hay una lesión motora incompleta. Se debe tener cuidado en diferenciar una CAV de una contracción anal refleja; si la contracción puede hacerse solo con la maniobra de Valsalva, eso podría indicar contracción refleja y debería calificarse como ausente (15). Debe objetivarse, además, si existe presión anal profunda (PAV), entendiendo como tal cualquier sensación de presión reproducible sentida en la región anal durante esta parte del examen, lo que significa que el sujeto tiene una lesión sensitiva incompleta (16).

La evaluación del sujeto con LME a través de la valoración neurológica siguiendo las normas de la escala AIS permite definir el nivel, extensión y la fase evolutiva de la lesión. Las lesiones se clasifican en términos generales en “completas” o “incompletas” en virtud de la definición de preservación sacra, es decir, si existe función motora y sensitiva en los segmentos sacros S4-S5. Una lesión completa

se define como la ausencia de preservación sacra, en tanto que una lesión incompleta se define por la presencia de preservación sacra. La tabla 1 muestra los diferentes apartados de AIS que se utilizan para clasificar el grado de disfunción según su última revisión (15).

**Tabla 1.** Escala de afectación neurológica según ISNCSCI. Adaptada de American Spinal Injury Association et al. (2023) (17).

AIS	Definición
A	<b>Completa.</b> No hay preservación de función motora ni sensitiva en los segmentos sacros S4-S5.
B	<b>Sensitiva Incompleta.</b> Hay preservación de la función sensitiva pero no de la motora en los segmentos sacros más distales S4-S5 (tacto fino o pinchazo en S4-S5 o PAV), y no hay preservación de función motora en más de tres niveles por debajo del nivel motor en uno u otro lado del cuerpo.
C	<b>Motora Incompleta.</b> Se preserva la función motora en los segmentos sacros más caudales durante CAV o el sujeto cumple con los criterios de lesión sensitiva incompleta (función sensitiva preservada en los segmentos sacros S4-S5 al examinar TF, PP o PAV), con presencia de función motora en más de tres segmentos por debajo del nivel motor ipsilateral en cualquiera de los lados del cuerpo.
D	<b>Motora Incompleta.</b> El estado motor incompleto tal y como fue definido arriba, con al menos la mitad (la mitad o más) de la función de los músculos clave por debajo del NNL con una clasificación de músculo mayor o igual a 3.
E	<b>Normal.</b> Sensibilidad y función motora normal.

*Notas: CAV, contracción anal voluntaria; PAV, presión anal profunda; TF, tacto fino; PP, pinchazo; NNL, nivel neurológico de la lesión.*

### 1.2.2 Etiología y epidemiología de la lesión medular

La causa de la LME puede ser traumática o no traumática. La etiología de la LME no traumática es muy diversa y podría clasificarse en congénitas (espina bífida, malformaciones de Chiari, mielomeningocele), genéticas (paraparesia espástica, ataxias espinocerebelosas, adreno-mieloneuropatía, leucodistrofias y atrofia muscular espinal), y adquiridas (trastornos degenerativos de la columna vertebral, trastornos metabólicos, trastornos vasculares, enfermedades inflamatorias/ autoinmunes, relacionadas con la radiación, tóxicas, neoplásicas, infecciosas, idiopático o iatrogénico) (18).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que, en 2021, aproximadamente 15,4 millones de personas en el mundo vivían con LME, aunque la incidencia y la prevalencia varían según el país (19). En 2019 el número de casos incidentes en el mundo fue de 0,9 millones en ambos sexos (20). La incidencia varía de 10,4 a 83 casos por millón de personas por año dependiendo del país (21). En Estados Unidos (EEUU) la incidencia fue de 54 casos por cada millón de personas por año según *The National Spinal Cord Injury Statistical Center* publicado en 2024, lo que equivale a 18.421 casos nuevos cada año (22). La incidencia en Europa se estima en 16-18,4 nuevos casos por millón de habitantes y año. En España la incidencia es inferior a la media europea situándose en 8,1 casos cada millón de habitantes y año (23).

El número de casos prevalentes en EEUU se sitúa entre 259.374 y 393.923 personas según *The National Spinal Cord Injury Statistical Center* (22). En Europa, la prevalencia es de 250 casos/millón (24).

En cuanto a las características de la población encontramos que la LME se produce más frecuentemente en hombres y en la edad media de la vida. Concretamente en España, en 2008, un 73,8% fueron hombres, la edad media se situaba en 32 años, siendo un 40% las personas entre 35 y 64 años y un 21,3% mayores de 65 años (25). Similar a lo que sucede en EEUU donde el 80% de las lesiones traumáticas se producen en varones y la edad media se encuentra en 43 años (22).

Las LME traumáticas son producidas en la mayoría de los casos por accidentes de tráfico. Sin embargo, en países donde la esperanza de vida es mayor y con alto nivel económico, y donde se han desarrollado campañas de prevención de los accidentes de tráfico y aumento de la seguridad vial, la primera causa son las caídas (26). A nivel mundial, la tasa de incidencia de LME presenta una tendencia decreciente del 1,6% anual. Esta reducción se debe principalmente a la disminución en los casos de LME provocados por accidentes de tráfico, cuya incidencia ha disminuido a un ritmo anual del 3,5% (2,4% en hombres y 7,6% en mujeres) (25). El tipo de lesión predominante en EEUU fueron las tetraplejas incompletas (47,6%) seguidas de las paraplejas incompletas (20,3%) (22).

El riesgo de mortalidad en el primer año después de sufrir la lesión es elevado comparado con la población general. La mortalidad de forma prematura es de 2-5 veces mayor en personas con LME (27). Actualmente, la esperanza de vida de los individuos con LME ha aumentado, debiéndose a la mejora de los cuidados tanto en críticos como en afectaciones secundarias prevenibles (úlceras por decúbito, infecciones), disminuyendo la mortalidad en un 39% con respecto a los años 70 (28).

El coste económico de los recursos necesarios, sanitarios y sociales, para atender de por vida a los lesionados medulares es difícil de calcular. Se estimó un coste de atención especializada de 5.382,89 euros por persona con un coste de alta hospitalaria de 2.017,90 euros (25). Además, se sabe que los costos de la LME son más altos que los de afecciones comparables como la demencia, esclerosis múltiple (EM) o parálisis cerebral. En Australia, se estimó que el coste durante toda la vida del paciente ascendió a 5 millones de dólares australianos en el caso de personas con paraplejia y 9,5 millones en tetraplejia (29).

### 1.3 Fisiopatología de la lesión medular

La LME es una patología muy compleja debido a que implica números procesos a nivel tisular y celular, que originan múltiples daños, algunos de ellos irreversibles (30).

Desde el punto de vista fisiopatológico se distinguen tres fases, aguda, subaguda y crónica, y los tiempos en los que se producen estas fases no se correlacionan necesariamente con las fases clínicas de la enfermedad. Los principales procesos fisiopatológicos de las diferentes fases de la LME se describen a continuación (30,31).

Tras una LME en las primeras 24 a 48 horas se interrumpe la comunicación axonal, y la sustancia gris se expande. Se producen cambios hemodinámicos, dando lugar al shock neurogénico, más común en lesiones AIS A-B por encima de T6 (32). No hay que confundirlo con el cuadro clínico conocido como shock espinal, con duración de días a meses tras la lesión (33) y que se caracteriza por una disfunción neurológica, debido a la pérdida de la función motora y sensorial por debajo del nivel de lesión. Los reflejos medulares por debajo de la lesión están inicialmente abolidos o disminuidos como los reflejos polisinápticos bulbocavernoso, cremastérico y aquileo (30) y los reflejos proximales a la lesión no están afectados (33).

En la zona lesionada, disminuye el flujo sanguíneo, lo que lleva a hipotensión, edema, isquemia y necrosis celular. La acumulación de ácido láctico y la reducción de oxígeno agravan la inflamación, aumentando el edema en los primeros días tras el trauma. Además, la barrera hematoencefálica pierde integridad, facilitando la llegada de células inmunitarias. La hemorragia desencadena la producción de radicales libres, afectando el ADN y provocando apoptosis celular (30).

La fase subaguda de una LME puede durar hasta dos semanas y se caracteriza por la formación de una cicatriz glial, compuesta por células gliales, fibroblastos y sustancias de la matriz extracelular que ocupan el área dañada tras una lesión

en la médula espinal. Su función es aislar el tejido sano del afectado, lo que dificulta la regeneración de los axones. En esta etapa y en la fase aguda ocurre la mayor parte de la muerte celular, lo que puede agravar el daño inicial (30).

A medida que disminuye la respuesta inflamatoria aguda y subaguda, la LME evoluciona hacia la fase crónica, y esta etapa se caracteriza por intentos de remielimización, reorganización vascular, alteraciones de la composición de la matriz extracelular y la remodelación de los circuitos neuronales. A nivel clínico coincide con la última fase del *shock espinal*, que puede durar hasta los primeros 6 meses tras la lesión (34), y se caracteriza porque la mayoría de los reflejos reaparecen en el plazo de un mes, aunque puede ser variable dependiendo de la lesión y del sujeto. El retorno de los reflejos es el primer signo clínico de recuperación siendo típicamente el reflejo bulbocavernoso el primero en reaparecer (35). A medida que el tono muscular regresa, podría aparecer espasticidad, reflejos hiperactivos, clonus y espasmos musculares. Además, podría empezar a aparecer una disreflexia autonómica en lesiones altas (T6 o superior) (36).

La fase crónica comenzaría a los 6 meses de la lesión. Uno de los procesos que ocurre en la fase crónica es la degeneración walleriana, que consiste en la desestructuración y la degradación de los axones seccionados y requiere de varios años para que los axones lesionados se eliminen por completo. A esto se le suma el desarrollo de cavidades quísticas que se convierten en barreras que impiden el recrecimiento axonal y la migración celular (30,37).

## 1.4 Manifestaciones clínicas de la lesión medular incompleta

La complejidad de la LME hace que las manifestaciones clínicas sean muy diversas, ya que dependen del nivel y de la extensión de la lesión. Generalmente se ve afectada la movilidad y la sensibilidad por debajo del nivel de la lesión y junto a ello se producen otras disfunciones neurovegetativas que harán que se modifique la calidad de vida de los individuos, familiares y cuidadores, ya que deberán afrontar los cambios que se producen a nivel físico, mental, social y económico.

### 1.4.1 Síndromes clínicos de la lesión medular incompleta

Las lesiones medulares incompletas AIS C y D a partir de T1, que son el motivo de esta tesis doctoral, se caracterizan por una función sensitiva y motora parcialmente conservada en los dermatomas por debajo del nivel de lesión. El reflejo bulbocavernoso y la sensibilidad anal a menudo pueden estar presentes (13).

A continuación, se describen los síndromes que se podrían dar en paraplejias AIS C y D.

**Síndrome anterior de la médula espinal:** es un síndrome relativamente infrecuente que, históricamente, se ha asociado con una irrigación sanguínea reducida o ausente en los dos tercios anteriores de la médula espinal, sin comprometer los cordones posteriores. Clínicamente, se manifiesta con un grado variable de pérdida de la función motora y de la sensibilidad termoalgésica, mientras que la sensibilidad propioceptiva se mantiene preservada (3).

**Síndrome medular posterior:** se produce por una lesión localizada en los cordones posteriores de la médula espinal. Se suele producir en lesiones no traumáticas como infartos de la arteria medular posterior o deficiencia de la vitamina B<sub>12</sub>. Es el menos frecuente, siendo el 1% de todos los tipos. Se caracteriza por la alteración de la sensibilidad profunda con preservación de las funciones termoanalgesias y motoras (3).

**Síndrome de cono medular:** El epicono está conformado por los niveles medulares T12-S5. Dependiendo del nivel del daño, el cuadro clínico puede presentar un patrón mixto, con signos de primera motoneurona debido al compromiso del cono medular, o manifestaciones propias de la segunda motoneurona cuando la lesión involucra las raíces nerviosas, provocando una afectación simétrica. Representa el 8% de las lesiones (3).

**Síndrome de cola de caballo o cauda equina:** La cola de caballo está compuesta por las raíces nerviosas de los segmentos finales de la médula espinal. Se corresponden a afecciones de la segunda motoneurona, lo que provoca una parálisis flácida de los músculos de las extremidades inferiores (EEII) así como los reflejos sacros, como el bulbocavernoso y el anal, estarán ausentes (3).

**Síndrome de Brown-Sequard:** se caracteriza por una hemisección de la médula espinal, lo que provoca la pérdida ipsilateral de la propiocepción, la sensibilidad vibratoria y el control motor, tanto en el nivel de la lesión como por debajo de esta. Además, se observa una pérdida de todas las modalidades sensitivas en el nivel de la lesión, así como una pérdida contralateral de la sensibilidad al dolor y la temperatura. Su localización más habitual es a nivel cervical o torácico, aunque podría presentarse en cualquier segmento de la médula espinal. Este síndrome, en su manifestación pura es poco frecuente. (3).

#### 1.4.2 Manifestaciones clínicas según la función

Las manifestaciones clínicas se pueden dividir en manifestaciones de la función sensitiva, de la función motora y de la función autónoma. Estas manifestaciones clínicas dependerán de la afectación sensitivomotora y del sistema nervioso autónomo y están directamente relacionadas con el nivel de lesión (38). En algunos casos pueden volver a recuperarse espontáneamente dependiendo del grado de lesión, debido a la plasticidad de la LME (39).

La función sensitiva se conserva parcialmente en los dermatomas situados por debajo del área lesionada. Generalmente, la sensibilidad se conserva en mayor medida que la función motora, ya que los tractos sensoriales se ubican en zonas

más periféricas y menos vulnerables de la médula espinal (5). La alteración de la sensibilidad tiene como consecuencia los movimientos descoordinados del cuerpo, incrementando el riesgo de sufrir otras lesiones o traumatismos (38).

La alteración de la función motora se debe a una combinación de lesión en la neurona motora superior en el cordón descendente (parálisis espástica de la musculatura inervada caudal a la lesión) y lesión en la neurona motora inferior a nivel de las células del asta anterior (parálisis flácida de la musculatura inervada por ese segmento medular), produciendo daño tanto en la sustancia gris como en la blanca. La consecuencia más obvia de la LME es la parálisis de la musculatura voluntaria, provocando la pérdida de control del tronco y de las EEl, dificultando el desplazamiento (38). Debido a la lesión, se produce una atrofia muscular en respuesta a la reducción de la actividad generada por la pérdida de presión física sobre los músculos y las articulaciones (40) y puede acompañarse de alteración del tono muscular y/o alteración de los reflejos (38).

La espasticidad es una de las manifestaciones más frecuentes, estando presente en un 70% de los sujetos con LME (40). Se describe como el resultado de la interrupción de la modulación inhibitoria descendente de las neuronas motoras alfa, produciendo hiperexcitabilidad, que se manifiesta como aumento del tono muscular y espasmos (41). Se desarrolla gradualmente en los meses siguientes a la LME y puede persistir de modo indefinido. Los efectos negativos de la espasticidad incluyen dolor, disminución de la movilidad, contracturas y espasmos musculares, todos los cuales pueden interferir con el sueño y las actividades de la vida diaria. Este aumento del tono muscular no siempre es negativo, ya que puede ser beneficioso en algunos sujetos al facilitar ciertas actividades funcionales como la bipedestación, ayudar a mantener la masa muscular, a realizar las transferencias o promover el retorno venoso minimizando el riesgo de trombosis venosa profunda y la hipotensión ortostática (38,42).

Después de una LME, las contracturas musculares aparecen cuando el músculo se encuentra en la posición acortada durante un período prolongado de tiempo (43). Tanto la inmovilidad como la espasticidad contribuyen a que se formen y su aparición puede retrasar la rehabilitación, dificultando la bipedestación, las

transferencias y la movilidad entre otras (43). Prevenir la aparición de las contracturas es muy importante y para ello se debe comenzar inmediatamente con el movimiento funcional.

La función autónoma juega un papel importante en las manifestaciones clínicas, especialmente en las lesiones por encima de T5, en las que se puede producir la alteración de parte de la función respiratoria, cardiovascular, vesical e intestinal (38).

Las afectaciones respiratorias se podrían dar en el 65% de sujetos con lesiones de T1 a T12. Las lesiones de T1 a T5 tienen mayor probabilidad de sufrirlas por la ausencia parcial de la musculatura abdominal (40). Por debajo del nivel T6, la innervación diafragmática está intacta y la musculatura intercostal, aunque podría estar parcialmente afectada, ayuda a estabilizar la caja torácica en la inspiración, consiguiendo una función diafragmática correcta (44).

La alteración del sistema nervioso simpático en las lesiones de T1 a T6 puede afectar al sistema cardiaco alterando la frecuencia cardiaca (45,46). Aunque se suelen alcanzar valores normales en la mayoría de los sujetos con lesión medular espinal incompleta (LMEi) (47). Entre los trastornos cardiovasculares se encuentra la hipotensión arterial y ortostática y la disreflexia autónoma. Un 68% de los sujetos AIS A y B presentan hipotensión arterial, pudiéndose dar, aunque más raramente, en lesiones AIS C y D. La hipotensión ortostática puede producirse en todos los niveles de lesión después de largos periodos de encamamiento, inicialmente en el paso de decúbito supino a sedestación, siendo de mayor intensidad en las lesiones torácicas altas (40,48). La prevalencia de la disreflexia autónoma en lesiones por encima de T6 es del 48% al 90% (40). Se caracteriza por producir problemas intestinales o vesicales, enrojecimiento cutáneo supralesional, cefalea, sudoración excesiva, leve aumento de la temperatura corporal y aumento brusco de la tensión arterial (48).

El 95% de las lesiones por encima de S2 presentan hiperreflexia del detrusor a menudo combinada con disinergia esfinteriana, provocando una micción espontánea y recurrente llamada vejiga refléjica o hiperactiva (40), y en

ocasiones puede producir alteraciones severas del tracto urinario superior como consecuencia de altas presiones intravesicales (38). Al contrario, las lesiones en S2-S4 cursan con vejigas flácidas, llenándose más allá de su capacidad produciéndose incontinencia por desbordamiento llamada vejiga arrefléxica (49).

La disfunción intestinal es común e incapacitante después de una LME y afecta significativamente a los resultados funcionales y a la calidad de vida de los sujetos (50). Entre el 27% y el 62% de los sujetos con LME refieren problemas intestinales (40). Pueden ocurrir dos patrones, en lesiones por encima del cono medular se mantienen las conexiones neuronales entre la médula espinal y el intestino, produciéndose en una contracción de la musculatura pélvica hiperrefléxica y la incapacidad de relajar voluntariamente el esfínter anal externo, causando estreñimiento y retención fecal. El otro patrón es un intestino arrefléxico que ocurre en lesiones por debajo del cono medular, lo que conduce a un tránsito intestinal más lento, a una disminución del tono del esfínter anal externo y estreñimiento con incontinencia fecal frecuente (51).

### **1.4.3 Complicaciones según la función**

Las personas con LME tienen un riesgo elevado de padecer alguna complicación debido a la alteración de la función sensitiva, motora o vegetativa.

Los cambios propios que se producen en la piel, las alteraciones vasculares y nerviosas, junto con el tiempo prolongado en la misma posición o presión continua en la misma región contribuyen al desarrollo de úlceras por presión. La fragilidad de la piel junto a estos factores hace que se retrase su curación y sea esta una de las principales complicaciones. Estas alteraciones sensitivas también son importantes a la hora de educar al sujeto en los cuidados de la piel y especialmente en relación a fuentes de calor para evitar quemaduras (38).

Las complicaciones ortopédicas más evidentes son la escoliosis, el pie equino, la osteoporosis y las fracturas. Las escoliosis suelen ser frecuentes en LME provocando dolor. El pie equino es un factor asociado debido a la incapacidad que produce para realizar una dorsiflexión del pie, provocando una debilidad y/o desequilibrio muscular. Para evitar su aparición es necesario mantener la

alineación postural y un adecuado posicionamiento (38). Las lesiones en las (EESS) son comunes, y están relacionadas con el sobreesfuerzo que requiere el uso de ayudas técnicas (bastones o andadores) o el uso de la silla de ruedas. Un 75% de los casos son lesiones de hombro seguido de las lesiones de muñecas en un 53% (52).

La pérdida de la densidad mineral ósea más importante ocurre en los primeros meses tras la lesión y continúa durante años. La osteoporosis afecta a los huesos por debajo del nivel de la lesión y aumenta el riesgo de fracturas en las EEII (47). Un 29,3% de los sujetos con LME sufre alguna vez una fractura ósea de las extremidades (40). La edad avanzada, un nivel alto de lesión espinal, la pérdida de masa muscular, la inmovilidad y la cronicidad de la lesión se han asociado con grados más altos de pérdida de masa ósea (53).

Las infecciones urinarias son comunes en LME, con una incidencia de 2,5 episodios por paciente por año, y se ven favorecidas por los cateterismos, ectasia urinaria, y la litiasis entre otras (54). La litiasis afecta al 10% de los sujetos con vejiga neurógena, debiéndose en la mayoría de los casos a un vaciamiento incompleto de la vejiga (38).

El enlentecimiento del tránsito intestinal está disminuido y aumenta el riesgo de sufrir complicaciones importantes afectando al funcionamiento intestinal y a la continencia fecal (54). Otras complicaciones frecuentes son las hemorroides producidas por estreñimiento.

Debido al desequilibrio del sistema nervioso autónomo, la LME conlleva a un aumento del riesgo cardiovascular debido al daño de la inervación simpática por encima de T6 (55). Las complicaciones cardiorrespiratorias más comunes son la trombosis venosa profunda y el tromboembolismo pulmonar. Ambas son consecuencia de una disfunción en el sistema autónomo y la disminución de la circulación sanguínea en los miembros inferiores. Para evitarlo, se recomienda el movimiento activo y el uso de medias elásticas de compresión (38). Las complicaciones respiratorias son la causa más común de muerte en LME cervical AIS A. La pérdida de la capacidad inspiratoria y espiratoria hace que se

produzcan atelectasias e insuficiencia respiratoria, recomendándose la potenciación de la musculatura afecta con técnicas de fisioterapia respiratoria (38,44).

El dolor, tanto neuropático (espontáneo o evocado) como nociceptivo, es una manifestación muy frecuente en los lesionados medulares (56). Alrededor del 80% de los sujetos en estado agudo presentan algún tipo de dolor (40), y del 30-50% en la fase cónica (56). En la fase aguda acompaña a la lesión y remite a medida que esta cicatriza (38). Este dolor podría estar relacionado con las complicaciones psicosociales como la depresión o la ansiedad. Entre el 20-45% de los sujetos con LME traumática tienen sintomatología depresiva que empieza a desarrollarse en el primer mes tras la lesión (57).

#### **1.4.4 Manejo de la lesión medular**

El manejo inmediato de la LME es de suma importancia, ya que optimiza tanto la supervivencia a corto plazo como la recuperación neurológica a largo plazo. Los objetivos del manejo del individuo con LME incluyen la minimización del daño neurológico, la movilización temprana y la implementación de un tratamiento rehabilitador adecuado. Este tratamiento rehabilitador se inicia de manera precoz en las unidades de cuidados intensivos. Se establece un programa individualizado con objetivos realistas, adaptados a las características específicas de la lesión, los cuales se van ajustando a la evolución del sujeto, abarcando las etapas de encamado, sedestación, bipedestación y marcha (11). En general, la rehabilitación durante las fases aguda y subaguda se centra en prevenir complicaciones secundarias, promover y mejorar la recuperación neurológica, maximizar la función y establecer condiciones óptimas para el mantenimiento a largo plazo de la salud y la función (37).

La recuperación funcional motora por debajo del nivel inicial de lesión es un tema importante a la hora de cómo abordar la LME. La mayor parte de la recuperación motora se produce en los primeros 6-9 meses, siendo más rápida en los tres primeros meses tras la lesión (58). Las lesiones lumbares tienen una mayor recuperación funcional, seguidas de las torácicas bajas, siendo los niveles torácicos altos los que tienen menor posibilidad de mejora en las EEII (59).

Además, la edad avanzada parece tener un impacto negativo en la recuperación neurológica y funcional tras una LME, aunque no está del todo aclarada la naturaleza de este impacto (59).

Los objetivos de fisioterapia en la fase aguda y subaguda son evitar las atrofas y las retracciones musculares, potenciar la función motora residual y conseguir un correcto posicionamiento y verticalización, y cuando sea posible, bipedestación y marcha (37). Al tratamiento convencional (cinesiterapia, fisioterapia respiratoria y terapia ocupacional) se han añadido otras técnicas complementarias como la electroestimulación funcional, FA, exoesqueletos o neuroprótesis, ampliando los horizontes para una mejor recuperación en la función y en la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) (48).

El entrenamiento ortostático es un elemento fundamental de la rehabilitación en LME. Conseguir la tolerancia a la verticalización y el soporte de peso en los miembros inferiores es uno de los objetivos principales en todos los sujetos con LME. Los efectos a corto y largo plazo son muy beneficiosos y entre ellos se encuentran la mejora de la circulación y de la respuesta hemodinámica, la normalización del tono muscular, la prevención de la pérdida de masa ósea para la prevención de la osteoporosis, o la mejora del tránsito intestinal (60).

La postura erguida en bipedestación constituye una capacidad distintiva del ser humano, posibilitada por el desarrollo del sentido del equilibrio y la percepción espacial. El mantenimiento de esta postura requiere una coordinación funcional entre los grupos musculares del cuello, el tronco y las extremidades, los cuales actúan de manera sinérgica para conservar una alineación corporal dentro de los márgenes de estabilidad. Por ello, el individuo tiende de forma constante a preservar el equilibrio, demostrando así una propiedad inherente a los sistemas mecánicos: la capacidad de retornar a una posición de equilibrio tras una perturbación, fenómeno que se conoce como estabilidad. En este contexto, el concepto de estabilidad resulta más amplio y dinámico que el de equilibrio, y en muchos casos, más apropiado para describir los mecanismos posturales (61). Poder realizar estos movimientos en las fases temprana de la lesión puede ayudar no solo a recuperar el patrón de marcha, sino también restablecer la

propiocepción y la estabilidad postural. Esto sería inviable fuera del agua debido a las limitaciones impuestas por el balance muscular, ya que en el medio terrestre se requiere posicionar al sujeto en función del movimiento que se pretenda realizar, ya que otros sistemas de reducción del peso corporal solo permiten la ejecución de la marcha en el plano sagital, limitando el entrenamiento del equilibrio.

En bipedestación, el centro de gravedad (CDG) está situado anterior a la 3ª vértebra lumbar y coincide con el centro de presiones (CDP) por la proyección perpendicular al suelo dentro de los límites de la estabilidad (62). Debido a la fuerza de la gravedad, existe un constante balanceo del CDG lográndose el equilibrio gracias a la activación de los reflejos vestíbulo-oculares, vestíbulo-espinales y la contracción motora del tronco y de las extremidades. Este reclutamiento se produce debido a un buen funcionamiento de los sistemas visual, vestibular y sensoriomotor (63). Cualquier alteración puede dar lugar a un trastorno en el mantenimiento del equilibrio (61) y tras la LME se produce una alteración del flujo de información sensorial y motora, afectándose el control del equilibrio (64,65). Por tanto, en LMEi AIS C y D, un objetivo importante es alcanzar el punto de equilibrio, que se define como la posición corporal en la que el centro de masas se mantiene estable respecto a la base de apoyo en condiciones normales y no cambiantes (60).

Una mayor comprensión del control motor del movimiento ha dado lugar al desarrollo de mejores estrategias con el entrenamiento de tareas específicas (66). Estas intervenciones son complejas para los lesionados medulares, ya que se ven afectadas por varios factores como el nivel y extensión de la lesión, la sensibilidad, la propiocepción, la coordinación y el estado de ánimo del individuo (67). A pesar de ello, se recomiendan para alcanzar el objetivo de mantener el equilibrio sin ayuda de las EESS, lo que resulta más fácil cuanto mayor sea el control pélvico y la fuerza muscular en tronco y EEII (60). Conseguir un mayor control del equilibrio contribuye a una mejor estabilidad postural y permite seguir con el proceso rehabilitador para el inicio de la marcha, reduciendo la probabilidad de caídas (68).

El aumento de la fuerza del tronco y de las EEII, junto con el entrenamiento del equilibrio en bipedestación influirán sobre la mejora del patrón de marcha (48). El equilibrio en bipedestación se considera un determinante importante de la capacidad para caminar y se asocia con la velocidad de la marcha y la necesidad de dispositivos de asistencia ambulatoria (69–71). Es necesario proporcionar un entorno seguro que ayude a la práctica del equilibrio y marcha, ya que se estima que el 76-87% de las personas con AIS C-D podrían llegar a realizar la marcha independiente (72,73). De lo contrario, una movilidad reducida puede afectar a su bienestar psicológico y social (74).

Las estrategias para la reeducación de la marcha implican el uso de diferentes ayudas técnicas comenzando con andador en los sujetos con limitación de la movilidad y un equilibrio limitado, hasta conseguir el paso al uso de bastones o sin ninguna ayuda técnica adicional. El fisioterapeuta debe saber adaptar la ayuda técnica a las circunstancias de cada sujeto para sacar el máximo rendimiento sin que el individuo sufra ninguna caída o daño. Aquí es importante diferenciar entre el medio terrestre y el medio acuático, ya que serán muy diferentes las ayudas técnicas y los apoyos dados por el fisioterapeuta.

El control de esfínteres es una de las afectaciones que más repercuten en la calidad de vida del paciente. En el manejo de la función urinaria se recomienda frecuentemente el cateterismo vesical intermitente, ya que presenta una tasa de infección urinaria inferior en comparación con el uso de sondas permanentes (47). Asimismo, es necesario controlar el hábito intestinal del sujeto con LME en caso de que presente estreñimiento (38).

## 1.5 Fisioterapia acuática en lesión medular espinal

La FA es un procedimiento terapéutico que utiliza el medio acuático en conjunto con técnicas especializadas de rehabilitación, con el propósito de optimizar la funcionalidad del individuo. Esta disciplina puede emplearse tanto con fines preventivos como terapéuticos y está indicada para personas de todas las edades y con diversas patologías, entre las cuales se encuentra la LME (75). Es un modelo de intervención holístico e integral, aplicable a las tres dimensiones de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF) (27), que debe utilizarse junto a la fisioterapia en tierra y no de manera independiente, y todas las actividades que se realicen en el agua deben servir para preparar el reaprendizaje en tierra. Para poder aprovechar todo su potencial se deben conocer y aplicar los principios hidromecánicos que actúan en la inmersión y los métodos especiales de FA. Además, es necesario conseguir que los sujetos que no saben nadar pierdan el miedo al agua, que aprendan a controlar la respiración y puedan introducir la cabeza sin tragar agua, y que sean capaces de volver a la posición de equilibrio cuando se desestabilizan.

Existen metaanálisis, que incluyen estudios de calidad moderada, que muestran una mejora del equilibrio y la movilidad funcional después de realizar un tratamiento en el medio acuático en otras enfermedades neurológicas como por ejemplo en sujetos con Parkinson (76) en los accidentes cerebrovasculares, en los que la FA ha resultado ser altamente efectiva para mejorar el equilibrio y la marcha, y en menor medida la CVRS (77).

### 1.5.1 Fisiología de la inmersión

Los estímulos específicos que se producen durante la inmersión en el medio acuático hacen que se activen diversos mecanismos que a la vez producen unos efectos fisiológicos inmediatos y significativos a nivel vascular, cardíaco, respiratorio y urinario entre otros. Estos efectos son consecuencia de los principios mecánicos y térmicos que actúan en la inmersión, facilitando o resistiendo el movimiento, permitiendo así la progresión de la rehabilitación. Los principios mecánicos se dividen en factores hidrostáticos, como la presión hidrostática y la fuerza de empuje o flotación e hidrodinámicos que actúan

cuando un cuerpo se mueve dentro del agua, como la densidad, la viscosidad, la cohesión y la tensión superficial, y las olas y turbulencias producidas durante el movimiento. A estos factores hay que añadir la temperatura del agua a la que se realice la FA (78,79).

En un tratamiento de FA, se combinan todos estos factores para llegar a un máximo rendimiento en el proceso de rehabilitación (75). A continuación, se describen los efectos relacionados con la FA.

*Presión hidrostática (PH):* La PH actúa perpendicularmente a la superficie corporal y, es directamente proporcional tanto a la densidad del agua como a la profundidad de la inmersión del cuerpo (75). El agua ejerce una presión de 1 mmHg/ 1,36 cm de profundidad. Así, en un cuerpo sumergido a una altura de 120 cm la presión ejercida por el agua será de 88.9 mmHg (80).

Son varios los efectos producidos en el cuerpo humano por esta propiedad. A nivel circulatorio, la compresión tisular que produce la PH origina un incremento de la reabsorción capilar y una redistribución de los líquidos corporales, favoreciendo el retorno venoso desde las zonas más sumergidas, que son las que soportan mayor presión hidrostática, hacia las zonas menos sumergidas y por tanto con menor presión, propiciando una disminución del edema. Como consecuencia de estos cambios, el gasto cardiaco puede incrementarse entre un 32% y un 62% (75,78,81).

A nivel respiratorio, la elasticidad torácica acusa el efecto ejercido por la PH, aumentando la resistencia a los movimientos inspiratorios y facilitando la espiración en una inmersión hasta el cuello (82). Es importante señalar la relación entre la frecuencia cardíaca (FC) y el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), que en el medio acuático disminuirá ligeramente debido a que el aumento del volumen sanguíneo en la zona torácica produce un aumento del gasto cardíaco sin necesidad de aumentar la FC. Estos hechos sugieren la posibilidad de que la FA pueda ser un buen medio de acondicionamiento cardiovascular y respiratorio (80).

También, el sistema renal se ve afectado por la PH favoreciendo el incremento en la producción de orina de hasta 7ml por minuto, por lo que al cabo de media hora se puede poner en marcha el reflejo de la micción y puede ser necesaria la rehidratación (82,83).

Los receptores cutáneos, propioceptivos y barorreceptores están constantemente activándose gracias a la PH, favoreciendo la integración de los estímulos propioceptivos y táctiles (83).

*Fuerza de empuje o flotación:* se basa en el *principio de Arquímedes* según el cual “un cuerpo sumergido por completo o parcialmente en un líquido en reposo experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del volumen del líquido desalojado”. A medida que el cuerpo se sumerge experimenta dos fuerzas opuestas, una fuerza descendente denominada gravedad y otra en dirección opuesta denominada “empuje”. Estas dos fuerzas deben estar alineadas para que no se produzcan rotaciones del sujeto en los diferentes ejes. Cuando se pierde la alineación, el sujeto gira hasta que las dos fuerzas vuelven a estar alineadas, y a esto se conoce como *efecto metacéntrico* (78). Estos efectos se pueden usar con fines terapéuticos para trabajar el equilibrio, las tensiones del tejido conectivo o la iniciación del fortalecimiento de musculatura (75,82).

El *momento de flotación (MF)* se relaciona directamente con la flotación. Se entiende por MF al producto de una fuerza dada por la distancia respecto de un punto cero. En un segmento móvil sumergido produce un efecto de giro que depende de la fuerza de flotación y de la distancia desde centro de flotación del segmento móvil hasta la vertical (84). En la práctica clínica, en un sujeto en bipedestación, la distancia aumenta a medida que un segmento corporal se acerca hacia la horizontalidad (superficie del agua) por lo que el MF aumenta facilitando el movimiento. Además, si aumentamos el brazo de palanca, este efecto será mayor. Sin embargo, si reducimos la palanca, el centro de flotación se desplazará acercándose a la articulación que realiza el movimiento y el MF será inferior realizando el mismo movimiento anterior (84). Sería lo contrario a lo que se usa en el medio terrestre, es decir, palancas largas en musculatura con máximo balance muscular y palancas cortas en musculatura más debilitada.

La diferencia entre el empuje recibido y el peso del propio cuerpo es llamado *peso aparente* (84). Este peso depende del nivel de inmersión, ya que una inmersión hasta xifoides descargaría el peso corporal alrededor de un 80% en posición estática, reduciéndose ligeramente esta descarga si el sujeto se desplaza por el agua (tabla 2) (75). Los efectos de la flotación son muy importantes en las enfermedades musculoesqueléticas o neurológicas, a que permite trabajar movimientos en suspensión (trabajando en la horizontal), movimientos asistidos (trabajando asistir el movimiento es de la verticalidad a la horizontalidad) o movimientos resistidos (trabajando desde la horizontalidad hacia la verticalidad) dependiendo de la colocación del sujeto (82). Estos efectos permiten realizar movimientos de marcha cuando en tierra es imposible hacerlos o se requieren ayudas técnicas para evitar caídas, como es el caso de la LME (75). El poder realizar movimientos que en el medio terrestre son prácticamente imposibles de realizar, es un input positivo a la hora de grabar los patrones de movimiento en el cerebro para crear nuevos circuitos neuronales y adelantar la recuperación de la movilidad. Todo ello, tiene una influencia positiva a nivel tanto psicológico como emocional, aumentando la autoestima y la autoconfianza, y haciendo que el sujeto adopte una actitud de autosuperación (82).

**Tabla 2.** Variaciones en la descarga del peso corporal según el nivel de inmersión. Extraída de Harrison et al. (2010) (85).

Nivel de inmersión	Posición estática	Marcha lenta	Marcha rápida
Hueso del pubis	60%	50%	40%
Ombligo	75%	60%	50%
Xifoides	80%	70%	60%

*Densidad:* es la relación entre la masa y el volumen de un determinado objeto. En el agua, se usa el término de densidad relativa, no tiene unidad y es alrededor de 1, mientras que la del aire es casi unas 800 veces menor (0.0013) (78). El cuerpo humano tiene una densidad alrededor de 0,95-0,99. Si el peso del cuerpo humano supera la densidad del agua, este cuerpo tenderá a hundirse, y si por el contrario es menor o igual a la densidad del agua tenderá a flotar (80). Es por eso por lo que, en el cuerpo humano, el tórax tiende a flotar mientras que las

extremidades a hundirse. En los sujetos que tienen disminución de la densidad normal de sus extremidades tenderán a flotar, es el caso de la hipotonía; mientras que en la hipertonia la tendencia es al hundimiento (78).

*Viscosidad:* se refiere a la magnitud de la fricción interna específica de un fluido durante el movimiento. Cuanto más viscoso sea un líquido, más resistencia opondrá al movimiento en él. El agua tiene una viscosidad escasa, que disminuye a medida que aumenta la temperatura (78), aunque es mayor que la del aire, por lo que el agua ofrece más sujeción corporal en la inmersión (75).

*Cohesión:* es una fuerza de atracción entre las moléculas de un líquido y en el caso del agua es elevada, por lo que la resistencia al movimiento será mayor que en el aire (78).

*Tensión superficial:* es una fuerza que actúa en la superficie de los líquidos generada por las fuerzas de cohesión y adhesión entre moléculas (82). Esta propiedad resulta interesante para el fortalecimiento muscular, ya que genera mayor resistencia al movimiento en la interfase entre el agua y el aire. En concreto, un cuerpo parcialmente sumergido enfrenta más resistencia que uno completamente sumergido, y la tensión superficial disminuye a medida que aumenta la temperatura (78).

*Resistencia hidrodinámica:* Es la resistencia que ofrece el agua al movimiento de un objeto sumergido. Dependen de la forma del objeto que se desplaza, de la superficie de contacto, de las características del agua y de la velocidad de desplazamiento (75). Se calcula según la fórmula  $R = K S \cdot \sin \alpha (v - v')^2$ . Siendo R= resistencia del agua, "K" un coeficiente que se relaciona con las características del agua, "S" es la superficie de contacto, " $\alpha$ " el ángulo de ataque del cuerpo, "v" es la velocidad del desplazamiento del cuerpo y la "v'" la del fluido. Esta resistencia puede utilizarse en la progresión de la rehabilitación, siendo la velocidad uno de los factores que más influye en la resistencia al movimiento, ya que esta es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad (79). Si, además de la velocidad, se modifica la superficie de deslizamiento del sujeto, con la ayuda de material auxiliar como aletas o tabla de natación, y/o el ángulo

de ataque, se modificarán las resistencias, pudiendo aumentarlas o disminuirlas en función del uso de los factores mencionados (75). Esta resistencia cae a cero casi inmediatamente cuando cesa el movimiento del individuo (80).

Además, cuando un objeto se desplaza por el agua con un mínimo de velocidad se crean diferentes presiones entre la parte anterior y la parte posterior (75,79). En la parte posterior, se forman turbulencias y se crea una zona de presión negativa que tira del cuerpo hacia detrás, denominada *estela*. Este efecto puede utilizarse para facilitar el movimiento. Por ejemplo, si el fisioterapeuta se sitúa frente al sujeto y se desplaza hacia detrás, delante de él se creará una estela que puede ser aprovechada para que el sujeto se desplace más fácilmente. *La ola de estrave* se crea en la parte anterior, donde existe una presión positiva que se opone al desplazamiento del sujeto (79).

De manera general, se estima que la resistencia al movimiento en el agua es 14 veces mayor que en el aire, por lo que se explica que la velocidad de la marcha en agua es un 50% más lenta que en tierra (86).

Todos los efectos debidos a la PH, flotación y la resistencia del agua proporcionan que los individuos tengan más tiempo de reacción con un aumento de la propiocepción, lo que resulta de gran interés en los sujetos con un reducido equilibrio (86). Los cambios de dirección del movimiento y los giros también generan turbulencias que es preciso vencer, lo que implica un aumento del consumo energético. Además, estas turbulencias tienen un efecto de hidromasaje, que favorece la irrigación tisular y contribuye a la reducción de las contracturas y de la fatiga (79).

*Temperatura:* el agua transfiere el calor 25 veces más rápido que el aire y posee un alto calor específico, lo que implica una excelente capacidad para retener el calor, al mismo tiempo que lo transmite de manera eficiente a la parte del cuerpo sumergida (86). El rango de temperaturas que se pueden utilizar desde el punto de vista terapéutico es amplio, aunque en general en las piscinas terapéuticas en las que se va a realizar ejercicio, se suelen utilizar temperaturas próximas a la temperatura indiferente (31-33°C) (75,84). Los principales efectos producidos

por la temperatura indiferente son sedante, antiespasmódico tanto en musculatura estriada como en la lisa, y aumento de la elasticidad del tejido conjuntivo (84).

*Efectos psicológicos y sociales:* varios estudios han investigado los efectos psicológicos del medio acuático en diferentes patologías y poblaciones, y en general se ha observado que, la inmersión y la FA provocan un efecto de euforia debido a diversas causas como la sensación de seguridad que es mayor en el medio acuático en contraposición al medio terrestre, la mejora de la movilidad funcional, desapareciendo en algunos casos la discapacidad por completo, la reducción del tono, así como la estimulación de los músculos antigravitatorios y lo novedoso que resulta para los sujetos este tratamiento (75,84). Este efecto resulta especialmente interesante en LME en las etapas tempranas de la enfermedad, ya que comprobar que en el agua pueden realizar movimientos que en tierra no son capaces de hacer les genera confianza en que podrán llegar a realizarlos, aumentando su motivación y autoestima. Por otro lado, cuando las actividades acuáticas se realizan en grupo, sobre todo si son reducidos, pueden mejorar la integración social y minimizar el aislamiento (75).

### **1.5.2 Fisioterapia acuática: métodos especiales**

La FA incluye diversos métodos especiales para la rehabilitación del equilibrio y la marcha entre otras variables. En el agua, para poder rehabilitar parte de la independencia funcional se deben tener en cuenta los principios hidromecánicos para que el sujeto pueda coordinarse y le permita, por ejemplo, nadar sin apoyos sólidos, introducir la cabeza sin tragar agua, o caminar con el agua hasta el pecho y sin sujetarse para mantener el equilibrio, sin miedo en sujetos que no saben nadar (79).

La marcha en el agua permite preparar el reaprendizaje de ésta, ya que le devuelve la confianza y la motivación para realizarlo de nuevo en tierra. Además, a nivel musculoesquelético, se deben activar los músculos de la locomoción con muchas menos tensiones gracias a la flotación. Esta práctica será añadida siempre a su tratamiento convencional de fisioterapia y nunca de forma independiente (79).

La FA incluye diversos métodos específicos para la rehabilitación entre los que se incluye el concepto *Halliwick*, la *terapia acuática específica* y el *Ai-Chi clínico*.

El concepto *Halliwick* es el método más conocido de la terapia acuática. Fue diseñado y desarrollado por *James McMillan*, ingeniero experto en mecánica de fluidos y profesor de natación (78). El objetivo inicial fue crear un programa para la enseñanza de natación a niñas con discapacidad física para que fueran independientes en la piscina (87). A partir de 1975 el método se extendió mostrando su potencial en diferentes campos como el neurológico o el ortopédico (78). Este concepto engloba un programa de diez puntos, basado en un sistema de reaprendizaje motor donde el control postural y la independencia son los objetivos más importantes (78,88). Estos diez puntos se dividen en tres fases: ajuste mental, el control del equilibrio y el movimiento (78).

A partir del concepto *Halliwick*, se desarrolló la *Fisioterapia Acuática Específica (FAE)*. Se basa en rehabilitar en el agua las deficiencias de las funciones o de las estructuras corporales para que sean funcionales en tierra (88). Abarca de manera integral los objetivos neuromusculoesqueléticos establecidos por la CIF, incluyendo aquellos fundamentales para la rehabilitación de la LME. Entre estos se destacan la mejora de la estabilidad del tronco, la prevención de caídas, el entrenamiento de las transferencias, la optimización de la función pulmonar, el incremento del rango de movimiento articular y el fortalecimiento muscular (75).

La FAE utiliza el programa de los diez puntos de Halliwick como preparación para la independencia en el medio acuático aprovechando las propiedades fluidomecánicas del agua (75,88). Se progresa con el denominado "desapego", que consiste en proporcionar apoyo manual y visual al sujeto en una primera fase, retirando progresivamente estos apoyos hasta lograr que realice el movimiento de forma independiente. En los problemas de equilibrio, el individuo se enfrenta de forma continua a retos acordes a sus capacidades (75). Además, la combinación de una actividad complementaria con el trabajo de equilibrio se ha desarrollado como una doble tarea, estudiándose en sujetos sanos y demostrando que, en tierra, se cometen un 45% más de errores en comparación con cuando se realiza en el medio acuático (89).

El *Ai- Chi* originariamente fue desarrollado por Jun Konno en 1993 en Japón y el término *Ai- Chi clínico* se utiliza en aplicaciones terapéuticas (88). Existen 19 movimientos ordenados de menor a mayor dificultad llamadas *katas* (figura 5). Las *katas* comienzan con movimientos amplios y lentos de las EESS siempre coordinados con la respiración, con aproximadamente 14-16 respiraciones por minuto. El *Ai-Chi clínico* se caracteriza por el movimiento “sin fuerza”, lo cual significa que, respecto a la función de la CIF, el objetivo principal será la movilidad y el equilibrio (75). Se trabaja en los tres planos, sagital, frontal y transversal.

Las primeras *katas* comienzan con bases amplias con una progresión hacia bases estrechas, de movimientos simétricos de tronco a asimétricos con rotaciones, paso de equilibrio del CDG estático a dinámico, pequeños movimientos de manos hasta llegar al máximo rango de las EESS, de bases amplias a estrechas, paso de control visual a no visual/ vestibular y de movimientos simétricos de las EESS a asimétricos (90). El hecho de ser capaz de mantener una posición corporal erguida, desplazando el CDG hacia los límites de estabilidad representa una habilidad básica del control postural (75). Es importante que el sujeto llegue al punto máximo de alcance tratando de no perder la estabilidad y ser capaz de volver a la posición inicial (91).

De la *kata* 1 a la 6 el sujeto debe mantener una posición simétrica de tronco con base ancha y fijación visual en un punto, sin movimiento del CDG y las EESS se mueven simétricamente. En la *kata* 7 y 8 la posición de las EESS es en semi tándem graduando la base en función del sujeto, en la *kata* 7 se sigue la misma dinámica que las anteriores y en la *kata* 8 se empieza a seguir con la mirada el movimiento de las EESS simétricas y el CDG está en continuo cambio. En las siguientes *katas*, se empieza a mover el CDG en el plano coronal (*kata* 9) y en el plano sagital (*kata* 10). En las *katas* 11, 12 y 13 se trabaja en el plano sagital con apoyo monopodal. Le siguen cuatro *katas* (*katas* 13, 14, 15, y 16) donde se vuelve a movimientos simétricos de las EESS con movimientos continuos del CDG en los diferentes planos y con la mirada siguiendo la dirección de las manos. La *kata* 17 y 18 consisten en marcha lateral con cruce de pasos con

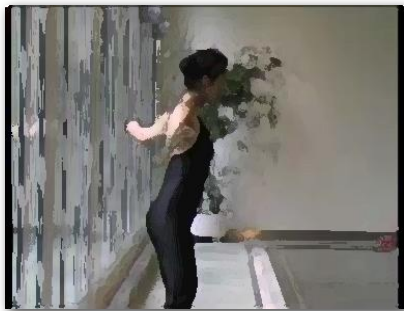
EES simétricas y la *kata* 19 donde para descruzar los pasos se realiza un salto (90)



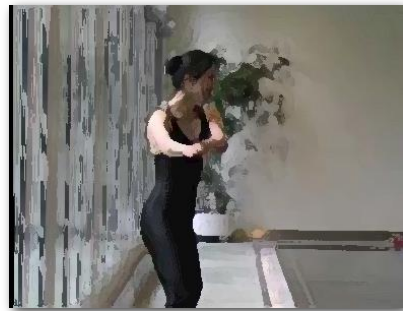
Kata 1.A



Kata 1.B



Kata 6.A



Kata 6.B



Kata 7.A



Kata 7.B



Kata 8.A



Kata 8.B



Kata 10.A



Kata 10.B



Kata 11.A



Kata 11.B



Kata 18.A



Kata 18.B

**Figura 5.** Selección de algunas Katas de Ai -Chi clínico con posición inicial (A) y final (B). Extraído de *Ai-Chi: Applications in Clinical Practice. Comprehensive Aquatic Therapy (90)*. Kata 1, *Contemplating/Stationary*; Kata 6, *Soothing/Front half swing*; Kata 7, *Gathering/Rear half swing*; Kata 8, *Freeing/ Full turn swing*; Kata 10, *Accepting/ Front and back trunk swing*; Kata 11, *Accepting with grace/ Half leg swing*; Kata 18, *Reflecting/Over-turn walk*.

La diversidad y complejidad de las manifestaciones asociadas a la LME hacen necesaria una rehabilitación con un enfoque multidisciplinario. En este contexto, la FA se presenta como un complemento valioso junto con las terapias terrestres. Permite el comienzo temprano del entrenamiento del equilibrio y la marcha

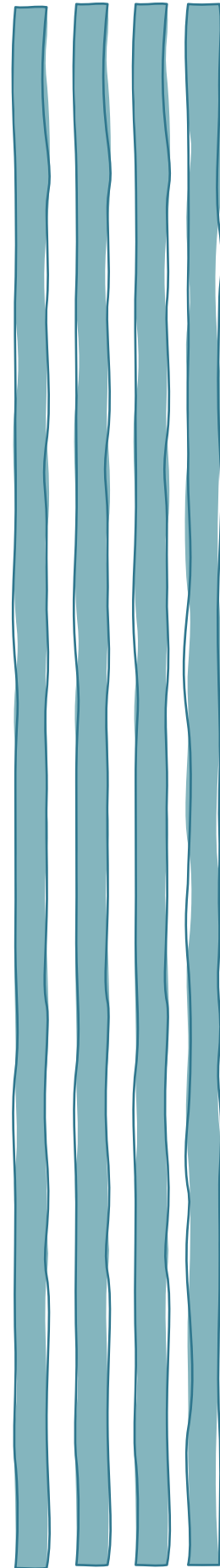
gracias a la disminución aparente del peso corporal, que permite trabajar en suspensión, a la vez que el fisioterapeuta no necesita dar tanto apoyo como en tierra. Es un medio muy versátil, ya que permite el diseño de programas de tratamiento en los que se pueden modificar las direcciones, las ayudas, la intensidad, la velocidad, la resistencia e incorporar doble taras de forma fácil, eficaz y segura si se conocen las propiedades del agua (75). Por ello, el medio acuático se ha empleado en diversas patologías neurológicas, tales como el accidente cerebrovascular, la parálisis cerebral, la enfermedad de Parkinson, la EM y la LME, entre otras (76,77,92–94).

En individuos con LMEi, el medio acuático ofrece ventajas sobre los programas de ejercicio en tierra (95). El agua actúa como soporte del peso corporal de forma natural, permitiendo a los individuos con LMEi realizar movimientos que en el medio terrestre serían imposibles debido al limitado balance muscular (75). En el medio terrestre se necesitan ayudas técnicas como bastones o andador para desplazarse o simplemente mantener la bipedestación, mientras que en el medio acuático estas actividades son posibles sin la necesidad de utilizar ayudas técnicas. Además, al activarse receptores sensoriales por efecto de la flotación, la PH, las resistencias y la temperatura, se produce un feedback positivo en la percepción de la posición corporal del individuo y una mejora de la conciencia corporal. Así mismo, la PH contribuye a reducir el edema en las EEII (75). Todo esto contribuye a mejorar la autoestima y la confianza en sí mismos de los lesionados medulares (75,95).

Aunque la FA ha demostrado ser una opción segura, es fundamental valorar las particularidades de la LMEi para adoptar las precauciones oportunas y conocer sus contraindicaciones (75).



## ***2. Justificación***





## 2. Justificación

La paraplejia incompleta es la segunda categoría neurológica más frecuente después de la tetraplejia incompleta. La esperanza de vida en los lesionados medulares AIS C/D es la más alta y la que menos coste genera según el *National Spinal Cord Statistical Center* (96). Además, los sujetos AIS C y D tienen mayor potencial que los AIS A y B para lograr un alto nivel de recuperación funcional, incluyendo el equilibrio y la deambulación (97).

El equilibrio se altera cuando el individuo pierde el control de la relación entre el centro de masa y la base de apoyo (98). Para mantener el equilibrio y ajustar el movimiento a los requerimientos concretos se precisa de la correcta integración de los inputs aferentes con los sistemas de coordinación centrales (99,100). Debido a los cambios en la sensibilidad, la parálisis muscular y la presencia de espasticidad, los sujetos con LMEi pueden tener un equilibrio postural gravemente deteriorado, siendo este un factor determinante para conseguir realizar la marcha (101).

Gracias al funcionamiento motor residual conservado por debajo del nivel de lesión, los lesionados medulares incompletos podrían recuperar la bipedestación independiente, lo que ayuda a conseguir beneficios físicos y psicológicos y contribuye a mejorar la CVRS (102). Según la guía de práctica clínica de la LME aguda, un mayor tiempo transcurrido entre la lesión y la rehabilitación se asocia con una reducción de la funcionalidad y la CVRS, por lo que se recomienda comenzar de forma temprana la rehabilitación (97).

Por todo ello, la recuperación de la capacidad de equilibrio es uno de los principales objetivos de los programas de rehabilitación temprana en individuos con LME AIS C-D, ya que resulta fundamental para la recuperación de la independencia (103,104). Aun así, es posible que estos sujetos, a lo largo del proceso de rehabilitación, presenten una disminución del grado de satisfacción de su CVRS (105,106).

La FA ha surgido como un prometedor enfoque para aumentar la recuperación del equilibrio en LMEi (107) y en otras enfermedades con trastornos neurológicos distintos de la LME (108) para el tratamiento del tono, fuerza muscular y equilibrio (109). La FA utiliza las propiedades mecánicas y térmicas del agua durante la inmersión, parcial o completa, en combinación con los efectos del movimiento que se obtienen con el ejercicio acuático terapéutico. Los efectos derivados de la flotación favorecen la activación muscular general, aumentando el rango de movimiento al disminuir el peso corporal aparente a medida que aumenta la profundidad de la inmersión. Además, crea un entorno ideal para trabajar la capacidad cardiorrespiratoria a diferentes intensidades sin riesgos de caídas (110). Por otra parte, las resistencias hidrodinámicas ayudan al fortalecimiento de la musculatura afectada, ya que, por ejemplo, al aumentar la velocidad a la que se realizan los movimientos se aumentan las resistencias de manera exponencial (75). La FA también aumenta el control del equilibrio debido a los estímulos asociados con la PH del agua, contribuyendo todo ello a maximizar la función motora residual (93,109,111).

La FA ha sido poco explorada en LME, y la evidencia de los beneficios sobre la movilidad entre individuos con LMEi es escasa (111). Poder establecer el papel de la FA en la LMEi aguda/subaguda puede ser relevante, ya que son procedimientos que podrían iniciarse en etapas tempranas tras la lesión, y ello podría repercutir en la mejora del equilibrio y de la funcionalidad de la marcha y, en definitiva, en la calidad de vida de estos sujetos.

Stevens et al. (2015) informaron que después del entrenamiento en cinta rodante en un tanque terapéutico con soporte del peso corporal (29-47%) se produjeron mejoras en el equilibrio, en la fuerza de las EEII, en la distancia y en la velocidad de la marcha en LMEi. Este es un estudio exploratorio, que carece de grupo control (GC), y su intervención sólo consiste en caminar a diferentes velocidades (102). El estudio de *Marinho-Buzelli et al. (2017)* analizaron los cambios en el centro de presiones en la trayectoria de la marcha en agua, comparando las fuerzas de reacción con las de tierra (112) y en otro estudio, continuación del anterior y también descriptivo, valoraron el equilibrio estático realizando una posturografía a cinco sujetos en tierra y en agua, observando que la ejecución

de la marcha era más lenta en el agua y que la estrategia de control de tronco utilizada era diferente a la del medio terrestre y sin miedo a la caída (113).

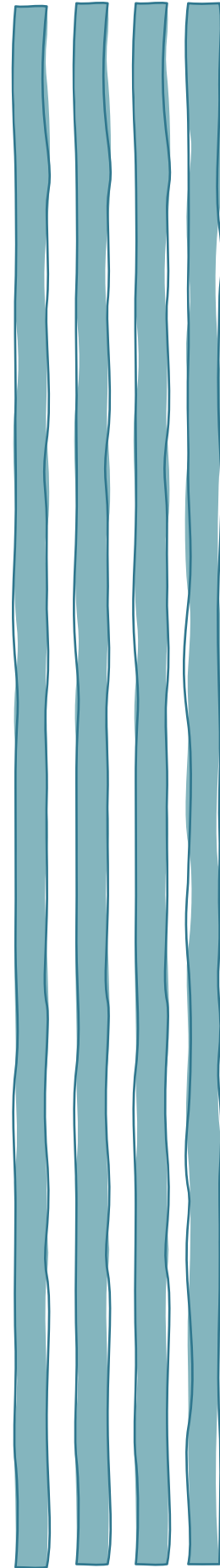
En 2024, se ha publicado un estudio de casos y controles en sujetos con LME aguda, siendo el único estudio con sujetos similares a los de este estudio en cuanto al tiempo de evolución de la lesión y al tipo de lesión AIS C y D. La intervención está basada en el concepto *Halliwick* y ofrece unos resultados estadísticamente significativos en la capacidad funcional de la marcha valorada mediante la *escala Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI-II)* (94). Estos estudios han revelado resultados esperanzadores a favor de la utilización de la FA, pudiendo ser un tratamiento complementario a la rehabilitación convencional, que resulta seguro y sin efectos adversos.

Dos revisiones sistemáticas publicadas en 2017 y 2018 (107,114) y una revisión narrativa publicada en 2017 (115), estudian los beneficios de la terapia acuática en sujetos con LMEi. En ellas se concluye que la calidad de la investigación actual es baja (107), debido a la falta de ensayos clínicos controlados y aleatorizados en el campo específico de la rehabilitación clínica y a la pobre especificación del nivel de lesión (114). A pesar de ello, estas revisiones mostraron que los programas de ejercicio acuático tienen un impacto positivo en la función física en todos los estudios (115).

Revisando toda la literatura actual, constatamos una falta de ensayos clínicos controlados y aleatorizados, cuyo tamaño muestral fuera razonable y realizados en estadios tempranos de la enfermedad, por lo que se consideró pertinente plantear este ensayo clínico en el que se utiliza la FA en LMEi de menos de 6 meses de evolución.



### ***3. Hipótesis***









## 3. Hipótesis

### 3.1 Hipótesis conceptual

La hipótesis conceptual para la realización de esta tesis ha sido que la FA añadida al tratamiento convencional consigue mayor recuperación del equilibrio y la marcha en sujetos con LMEi de menos de 6 meses de evolución que el entrenamiento convencional, lo que repercute en una mejoría en la CVRS.

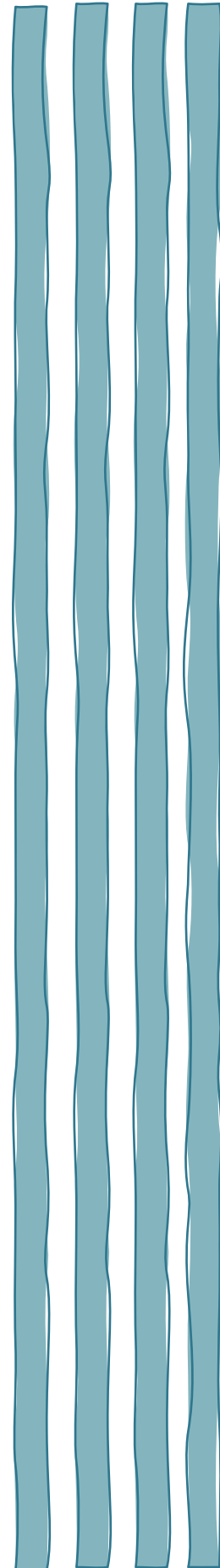
### 3.2 Hipótesis operacional

Añadir 18 sesiones de FA al tratamiento convencional en los 6 primeros meses tras la lesión aumenta significativamente el porcentaje de sujetos que mejoran al menos un 20% el equilibrio respecto al GC sin FA.





## ***4. Objetivos***





## 4. Objetivos

Para el desarrollo del estudio experimental se han marcado los siguientes objetivos.

### 4.1 Objetivo principal

Analizar si existen diferencias en la recuperación del equilibrio entre el tratamiento habitual y añadir a ese tratamiento 18 sesiones de FA en LME AIS C y D de menos de 6 meses de evolución.

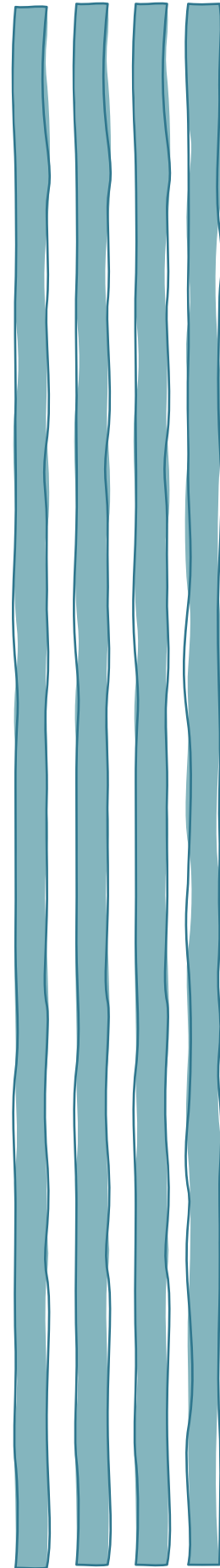
### 4.2 Objetivos secundarios

- Comprobar si el programa de FA mejora la velocidad, la resistencia y la capacidad de la marcha en individuos con LMEi de menos de 6 meses de evolución.
- Analizar si las variables sociodemográficas y clínicas influyen en los resultados sobre equilibrio y marcha en estos sujetos.
- Determinar la influencia de la FA sobre la CVRS en estos sujetos.





## ***5. Material y Método***





## 5. Material y método

### 5.1 Diseño del estudio

Se ha llevado a cabo un ensayo clínico controlado y aleatorizado con evaluación ciega de las variables de respuesta con un GI al que se añadieron las sesiones de FA y un GC que continuó con su tratamiento en tierra. Para el desarrollo de este estudio se han seguido las normas *Consolidated Standards of Reporting Trials* (116). Y ha recibido la aprobación del comité de ética de la investigación con medicamentos de área sanitaria de Toledo (nº 370). El estudio fue registrado en ClinicalTrials.gov (NCT03962218).

### 5.2 Emplazamiento

El presente estudio se ha llevado a cabo en el Hospital Nacional de Parapléjicos (HNP) de Toledo. El hospital es un centro de referencia nacional para la LME y cuenta con 210 camas y una media de 230 pacientes ingresados al año, procedentes de todo el territorio nacional (117).

### 5.3 Población de estudio

La población de estudio han sido las mujeres y hombres ingresados en el HNP desde octubre de 2021 hasta noviembre de 2023 y con prescripción FA realizada por el médico rehabilitador.

### 5.4 Muestra

#### 5.4.1 Criterios de selección

Los sujetos incluidos en el estudio debían cumplir todos los criterios de inclusión y ninguno de los criterios de exclusión.

*Criterios de inclusión:*

1. Nivel de LME desde T1 a L5, AIS C y D clasificados según la escala de *ISNCSCI* en el momento de la selección (13).
2. Tiempo de evolución de la lesión menor de 6 meses.
3. Lesiones traumáticas y no traumáticas, no progresivas.
4. Edad comprendida entre 18 y 70 años.
5. Haber alcanzado la situación funcional de bipedestación asistida, iniciada con un mínimo de una semana de anterioridad.
6. Ser informados y haber otorgado y firmado el consentimiento informado para participar en el estudio.

*Criterios de exclusión:*

1. Padecer enfermedad pulmonar o cardíaca que requiera monitoreo durante el ejercicio.
2. Presentar lesiones cutáneas abiertas y/o úlceras por presión.
3. Altura del sujeto superior a 1,80 m.

Además, antes de comenzar las sesiones, los participantes debieron cumplir las siguientes condiciones establecidas por la unidad de hidroterapia del HNP:

1. Tener una capacidad vital superior a 1500 ml (82).
2. Control del horario de laxantes para que no interfiriera en el tratamiento.
3. Realizar vaciado vesical previo a la FA y/o la colocación de un obturador anal cuando fue necesario.
4. Ausencia de heridas abiertas al inicio de la FA, y en caso de existir se retrasó el inicio de la intervención.
5. No presentar infecciones que restringieran el contacto hasta su completa resolución.

*Criterios de retirada:*

Se establecieron los siguientes criterios de retirada.

1. Que el médico responsable del participante considerara que se debía suspender la FA.
2. Faltar a tres sesiones consecutivas de FA sin justificación.
3. Realizar menos de 16 sesiones de FA.
4. Que la duración de la intervención se prolongara más de 6 semanas.
5. Cuando el participante deseó abandonar el estudio.

#### **5.4.2 Tamaño muestral**

En el momento de calcular el tamaño de la muestra no existían datos de ensayos clínicos con GC de la utilización de la FA en sujetos con LME y eran escasos los estudios del equilibrio en la fase temprana de esta enfermedad. Por ello, el cálculo del tamaño muestral se realizó en base a los datos de equilibrio obtenidos de un estudio sin GC que utiliza entrenamiento en cinta rodante bajo el agua en lesionados medulares con más de un año de tiempo transcurrido desde la lesión (118) y datos de otro estudio en LME crónica que utiliza fisioterapia en tierra (119).

Según los datos de estos estudios se consideró que la proporción de sujetos que mejorarían su equilibrio, al menos un 20% en la escala *Berg Balance Scale* (BBS), sería del 65% en el GI y del 25% en el GC. Para detectar como estadísticamente significativa la diferencia entre estas dos proporciones, aceptando un riesgo alfa de 0,05, un poder estadístico superior a 0,8 en un contraste bilateral y considerando una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%, se precisaron 26 sujetos en cada grupo.

### **5.4.3 Método de selección de la muestra**

Los participantes se incluyeron en el estudio por muestreo consecutivo, no probabilístico.

Un fisioterapeuta encargado de la FA en el HNP y miembro del equipo de investigación (AFM) fue el responsable de la captación de los participantes. La comprobación del cumplimiento de los criterios de selección fue llevada a cabo por un médico especialista en rehabilitación del HNP que colaboró en el proyecto.

Cuando un posible candidato era añadido a la lista de espera de la unidad de terapia acuática, el fisioterapeuta responsable de la captación se encargaba de comprobar si cumplía los criterios de inclusión y exclusión. Si los cumplía, se informaba al médico rehabilitador para que comprobara de nuevo el cumplimiento de los criterios de selección. Si finalmente era candidato para participar, el fisioterapeuta responsable de la captación informaba ampliamente sobre el estudio de manera oral y por escrito, resolviendo las posibles dudas y solicitando la firma del consentimiento informado (anexo 3).

### **5.4.4 Formación de los grupos**

Para la formación de los grupos se utilizó una lista de aleatorización generada por el programa Epidat 3.1, que es un programa de libre distribución desarrollado por el Servicio de Epidemiología de la Dirección Xeral de Saúde Pública da Consellería de Sanidade (Xunta de Galicia) con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS-OMS) y la Universidad CES de Colombia.

Para asegurar la correcta formación de los grupos, la lista de aleatorización era custodiada por una persona del equipo de investigación que no participaba en la captación, ni en la valoración, ni en la intervención. El fisioterapeuta encargado de captar a los participantes, tras obtener el consentimiento, contactaba con esta persona para que le indicara el grupo asignado a cada participante.

La persona encargada de la captación de sujetos indicaba a cada participante el grupo asignado e informaba al fisioterapeuta encargado de las valoraciones para que realizara la valoración basal en los siguientes 2 días. Los participantes del GI comenzaron la FA inmediatamente después de la valoración inicial y los sujetos del GC quedaron en lista de espera de FA durante 6 semanas y continuaron su tratamiento en tierra.

## 5.5 Variables: Definiciones y métodos de medida

En la valoración basal, se recogieron datos identificativos, variables sociodemográficas, de estilo de vida, clínicas, relacionadas con la intervención y las variables de respuesta (equilibrio, marcha y CVRS) (tabla 3). Las variables identificativas se registraron en una base de datos independiente custodiada por el investigador principal del proyecto para así garantizar el cumplimiento de la protección de datos personales y el anonimato de los participantes. Tras finalizar la valoración basal, los sujetos pertenecientes al grupo de intervención comenzaron las sesiones de FA. Todas las pruebas, iniciales y finales, se realizaron en el mismo lugar.

**Tabla 3.** Variables incluidas en el estudio y métodos de medida.

Variables	Métodos de medida	
<b>Identificativas</b>	<i>Nombre y apellidos</i>	Recogidas en una base de datos independiente
	<i>Nº historia</i>	
	<i>Nº de teléfono</i>	
	<i>Nº de caso</i>	
<b>Socio- demográficas</b>	<i>Nº de caso</i>	Número
	<i>Edad</i>	Fecha de nacimiento
	<i>Sexo</i>	Varón o mujer
	<i>Estado civil</i>	Soltero, casado, viudo, separado, divorciado
	<i>Situación Laboral</i>	Trabajador en activo, desempleado, jubilado
	<i>Nivel de estudios</i>	Sin estudios, primarios, secundarios, universitarios.
	<i>Actividad física</i>	Horas a la semana
<b>Relacionadas con el estilo de vida</b>	<i>Fumador</i>	Si /No
	<i>Peso</i>	Kg
	<i>Talla</i>	Metros
	<i>IMC calculado</i>	Kg /m2
<b>Clínicas</b>	<i>Fecha de la lesión</i>	Día /mes/año

	<b>Variables</b>	<b>Métodos de medida</b>
	<i>Causa de la lesión</i>	Traumática / no traumática
	<i>Nivel de lesión</i>	T1 – L5
	<i>AIS</i>	C o D
	<i>Complicaciones</i>	Redactadas en el CRDe
	<i>Tiempo desde la lesión hasta el inicio de la fisioterapia acuática</i>	Días
	<i>Nº sesiones realizadas</i>	Número
<b>Fisioterapia Acuática</b>	<i>Control de la intensidad</i>	Percepción del esfuerzo percibido de Borg y sensor de frecuencia cardíaca Polar Verity Sense
	<i>Incidentes/complicaciones durante la fisioterapia acuática</i>	Redactadas en el CRDe
<b>Respuesta</b>	<i>Equilibrio: estático y dinámico</i>	Berg balance scale Time up and go Estudio de posturografía
	<i>Valoración funcional de la marcha</i>	10-meter walk test
		6-minute walk test
	<i>Calidad de vida relacionada con la salud</i>	Walking index for spinal cord injury II
EuroQol 5 dimensions 5 Levels Quality of Life Index, Spinal Cord Injury Version		

*Notas: IMC, índice de masa corporal; AIS, ASIA impairment scale; CRDe, cuaderno de recogida de datos electrónico.*

### 5.5.1 Variable principal

#### **Equilibrio**

La variable principal de este estudio es el equilibrio. Se midió mediante la prueba BBS, el test *Time Up and Go (TUG)* y un estudio de posturografía.

#### *Berg Balance Scale*

El test BBS fue desarrollado por Berg et al, en 1989 originalmente para la evaluación del equilibrio, asociando la puntuación al riesgo de caídas en ancianos (120). Actualmente se ha usado para medir el equilibrio en una amplia variedad de patologías. Ha sido validado en sujetos con LMEi, resultando ser una evaluación apropiada del equilibrio para este grupo de población (121). Consta de 14 ítems, cada uno de los cuales se puntúa de 0 a 4. La puntuación final se calcula sumando las puntuaciones obtenidas en cada ítem y puede ir de

0 a 56 siendo la puntuación más alta la que indica un mejor equilibrio (122) (Anexo 4).

El material necesario para realizarla es un cronómetro, una silla de altura estándar con reposabrazos y otra sin reposabrazos, un escalón o taburete de altura media y una regla. No se permiten dispositivos de asistencia durante la prueba. La interpretación de los resultados en geriatría es de 0–20, precisa silla de ruedas, 21–40, deambulación con asistencia y 41–56, independiente en la deambulación. Sin embargo, en sujetos con LME no está asociado al riesgo de caídas, pero la puntuación total se correlaciona en gran medida con las variables de movilidad como la WISCI-II y la velocidad de la marcha. Siendo de importancia la relación entre la función ambulatoria y el equilibrio (69).

La prueba presenta una excelente fiabilidad inter-evaluador ( $ICC = 0.95$ ), y un pobre efecto suelo (37.5%). El cambio clínicamente relevante en LME se estima en un aumento de 5-7 puntos en el BBS (121,123).

### Time Up and Go

La prueba TUG fue modificada en 1991, de *Get-Up and Go test* creada para personas mayores con fragilidad (124,125). El sujeto debe sentarse en una silla estándar, apoyando la espalda y los brazos en el reposabrazos. Después debe levantarse de la silla y caminar hasta una línea que esté a 3 metros de distancia y darse la vuelta, volviendo a la silla y sentándose de nuevo. La prueba se cronometra y finaliza cuando el sujeto se sienta. Debe realizarse a la velocidad que sea cómoda y segura para el sujeto, y se permite cualquier dispositivo de asistencia para caminar. Se realizarán 3 repeticiones, y la puntuación es la media del tiempo empleado en cada repetición (anexo 4). Los sujetos que no pueden realizar esta prueba por no conseguir completar el circuito se calificaron como no evaluables (125).

El material necesario es un cronómetro y una silla estándar con reposabrazos. La prueba presenta una excelente fiabilidad inter- evaluador ( $ICC = 0.973$ ) e intra-evaluador ( $ICC = 0.979$ ), y está libre de efecto suelo-techo (126). El cambio mínimo clínicamente detectable se estima en 10,8 segundos en LME (127,128).

### Estudio de posturografía

La posturografía es una técnica que analiza el control postural de la persona en bipedestación estable y en condiciones de desestabilización (61). Con el objetivo de analizar el control postural, se recurre al uso de una plataforma dinamométrica que permite cuantificar las oscilaciones del cuerpo a través del registro del centro de presión, el cual representa la proyección vertical de la fuerza gravitatoria sobre la superficie de soporte. Esta técnica, ampliamente empleada en el ámbito de la biomecánica y la neurofisiología, es referida también en la literatura especializada como estabilografía, estabilometría o posturometría. (129,130). Se empezó a desarrollar en 1970 con la craneocorpografía (131) y fue evolucionando hasta la posturografía dinámica creada en 1986 (132,133).

La posturografía se realizó con el sistema NedSVE/IBV desarrollado por el Instituto Biomecánico de Valencia. El NedSVE/IBV es una aplicación software que utiliza los datos facilitados por las plataformas dinamométricas para la valoración funcional de patologías del equilibrio. Este sistema diferencia valoraciones en el plano antero-posterior y en el plano medio-lateral (61). El sistema se basa en una plataforma dinamométrica instrumentada mediante cuatro captadores extensométricos articulados. La aplicación tiene un rango de medida de 200 Newtons (N) hasta 15.000 N en fuerzas verticales y desde 7100 N hasta 77.500 N en fuerzas horizontales, con una precisión mejor o igual que la mayor del 2% de la medida, o un 0,15% del rango y una frecuencia de muestreo configurable hasta 1.000 Hz. (134).

En este estudio se han recogido los datos proporcionados por la posturografía estática. No se han realizado las pruebas dinámicas del análisis de la marcha, ya que para ello, es necesario que el participante camine por un tapiz durante varios minutos sin ningún soporte físico o material de asistencia, y las características de los participantes en este estudio hacían previsible que no se cumplieran, y su realización suponía un alto riesgo de caídas (129). En la tabla 4 se resumen los métodos de medida de la posturografía y las variables recogidas en las cuatro pruebas realizadas, Romberg ojos abiertos (ROA), Romberg ojos cerrados (ROC), Romberg ojos abiertos en plano inestable de

gomaespuma (RGA) y Romberg ojos cerrados en plano inestable de gomaespuma (RGC).

**Tabla 4.** Métodos de medida y variables utilizadas en la posturografía.

Métodos de medida de las variables	Variables recogidas
<i>Romberg ojos abiertos</i>	Área de barrida (mm <sup>2</sup> )
<i>Romberg ojos cerrados</i>	Desplazamiento anteroposterior (mm)
<i>Romberg gomaespuma ojos abiertos</i>	Desplazamiento mediolateral (mm)
<i>Romberg gomaespuma ojos cerrados</i>	Fuerza máxima anteroposterior (N)
	Fuerza máxima mediolateral (N)

Notas: mm, milímetros; N, Newtons.

La posturografía estática registra las variaciones del CDP de un sujeto situado sobre una plataforma dinamométrica fija, extrayendo la trayectoria de barrida del CDP a lo largo de la duración del test de Romberg (135).

Con estas variables se obtiene una evaluación objetiva del control postural, permitiendo conocer el estado funcional del sujeto en el control del equilibrio a través de información cuantificada sobre el funcionamiento de los diferentes sistemas sensoriales (visual, somatosensorial y vestibular) que participan en el control del equilibrio, las estrategias de movimiento para el mantenimiento del mismo, los límites de estabilidad de la persona y la capacidad de control voluntario del desplazamiento de su centro de gravedad (129,136).

El material necesario es el sistema NedSVE/IBV con su correspondiente plataforma de fuerza, una superficie de 9 cm de espesor y 56,7 kg/m<sup>3</sup> de densidad y una resistencia a la penetración al 25% de 246 N, un arnés de seguridad y un monitor. Antes de comenzar las pruebas, se registraba el peso de cada sujeto (facilitado por la plataforma de fuerza), la talla (cm) y la edad. La gomaespuma genera una alteración en la aferencia propioceptiva proveniente de la articulación del tobillo, lo que compromete la eficacia del control postural basado en información somatosensorial, por lo que el individuo debe recurrir de forma compensatoria a la integración de señales visuales y vestibulares para mantener la estabilidad postural (61). El sujeto realiza toda la prueba con pies descalzos, situado encima de la plataforma, haciendo coincidir éstos con las

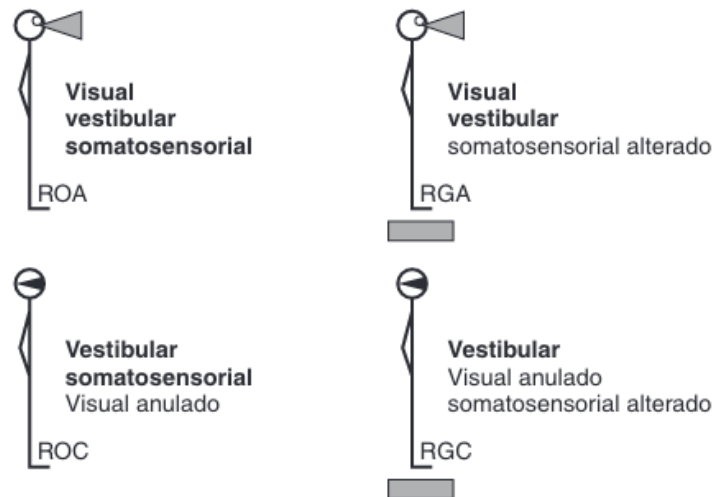
huellas marcadas en el suelo, con talones juntos (si anatómicamente es posible) y el 2º metatarsiano alineado con la línea blanca dibujada en la plataforma, formando un ángulo de apertura de 30º, y los brazos relajados a lo largo del cuerpo (figura 6) (137).



**Figura 6.** Posición en la plataforma de fuerza con gomaespuma. Elaboración propia.

Las instrucciones para el participante fueron: “mire al frente en un punto fijo y no hable, manténgase lo más quieto posible”. Se disponía de una vista superior de la plataforma reflejado en la pantalla gráfica, en la que se representaba en tiempo real el centro de presiones y las coordenadas de la plataforma X e Y de dicho centro. La coordenada X (horizontal) corresponde al movimiento mediolateral y se sitúa entre  $\pm 300$  mm. La coordenada Y (vertical) corresponde al movimiento anteroposterior y se sitúa entre  $\pm 185$  mm, lo que se corresponde con el tamaño completo de la plataforma (134).

El orden en el que se realizaron las cuatro pruebas analizadas fue prueba de ROA, ROC, RGA y RGC (figura 7).



**Figura 7.** Condiciones de exploración del análisis sensorial. En negrita, sistemas responsables del equilibrio en cada prueba. Extraído de Peydro de Moya et al. (2005) (129).

- ROA: el sujeto se sitúa sobre la plataforma con los brazos extendidos y pegados a lo largo del cuerpo, cabeza en posición neutra mirando a un punto fijo de la pantalla, que en este caso se encuentra apagada y a la altura de cada sujeto, y con la posición de los pies descrita anteriormente (figura 8). El sujeto dispone de la información visual, propioceptiva y vestibular para mantener el equilibrio. Representa la situación habitual en la vida diaria (61).
- ROC: se utiliza la misma posición que en la prueba de ROA, pero en este caso se anula la información visual cerrando los ojos, por lo que debe mantener el equilibrio con por la información propioceptiva y vestibular. La prueba comienza cuando el sujeto cierra los ojos (62,129).
- RGA: se colocó la superficie de gomaespuma descrita anteriormente. El sujeto se situó encima de la plataforma y en la misma posición que en las pruebas anteriores. Si era necesario, un fisioterapeuta ayudaba al participante a colocarse en posición. La prueba comenzó cuando el sujeto se mantenía de forma independiente. En este caso, la información propioceptiva es la que está alterada.

- RGC: se sigue el mismo procedimiento que en RGA, pero manteniendo los ojos cerrados. La información tanto visual como propioceptiva están alteradas.

Se realizaron tres registros de cada prueba con una duración de 30 segundos por cada registro (62). Los sujetos que no podían realizar la prueba o no completaron los 30 segundos se calificaron como no evaluables.



**Figura 8.** Sujeto realizando prueba de Romberg ojos abiertos. Elaboración propia.

Las variables recogidas en las pruebas de análisis sensorial fueron:

Área de barrida ( $\text{mm}^2$ ): estima el área en la que se produce el balanceo del sujeto. Se calcula desde el del instante en que se inicia la prueba hasta que termina. Para realizar este cálculo, la aplicación determina una elipse que engloba la nube de puntos que compone la trayectoria del sujeto.

Desplazamiento anteroposterior (AP) (eje Y) y mediolateral (ML) (eje X) (mm): corresponde a la distancia máxima, en ambas direcciones, del desplazamiento del centro de presiones durante la prueba.

Fuerza máxima en dirección anteroposterior y mediolateral: es la fuerza máxima ejercida durante la prueba en ambas direcciones y expresada en N. El análisis de estas fuerzas permite conocer el uso de las estrategias de tobillo o de cadera que hace el sujeto. Las fuerzas AP corresponden a la utilización de la articulación tibio-astragalina, mientras que las fuerzas ML se corresponden con los movimientos originados en la cadera. Las personas sanas utilizan en mayor medida la articulación de tobillo que la de la cadera para mantener el equilibrio (62). Además, en correcciones del equilibrio en pruebas con gomaespuma se requiere una mayor demanda de la estrategia de cadera (62,138). Este hecho de utilizar más la estrategia de cadera en planos inestables es explicado en un estudio como una forma de corregir las oscilaciones del CDP en sujetos sanos (138).

### 5.5.2 Variables secundarias

#### **Marcha**

Para el estudio de la marcha se utilizaron pruebas en las que se permitiera el uso de ayudas técnicas para caminar. Concretamente, se midió la velocidad de la marcha mediante el 10 Meter Walk Test, la capacidad aeróbica mediante 6 Minutes Walk Test y la capacidad de marcha con la escala Walking Index for Spinal Cord Injury II.

#### 10 Meter Walk Test

La prueba *10 Meter Walk Test* (10MWT) se empezó a usar en sujetos con accidentes cerebro vasculares en 1999, y ha sido validada para LME (126). Es una prueba de esfuerzo submáximo, que mide el tiempo que necesita el individuo para recorrer diez metros en línea recta. Es una medida generalmente utilizada para medir los cambios en la velocidad de la marcha (139).

Para la ejecución de esta prueba, es necesario que cada sujeto realice marcha autónoma con o sin ayudas técnicas, pudiendo ser ayudado por el fisioterapeuta. A los sujetos se les pidió que caminasen en línea recta, a una velocidad cómoda y segura desde una primera marca blanca en el suelo hasta llegar a la segunda marcha blanca situada a 10 metros de distancia. Hay diferentes formas validadas de realizar la prueba (126). Este test se realizó al mismo tiempo que la escala de

capacidad de la marcha WISICI-II ya que ambos se puede partir de un inicio en estático (140,141). El tiempo se cronometró desde que se iniciaba la marcha hasta que se pasaba la línea que marca de los 10 metros. Se realizó una única vez y la velocidad se calculó dividiendo la distancia de 10 metros entre los segundos de duración de la prueba. Los sujetos que no pudieron realizar la prueba se les calificó como no evaluable (anexo 4).

El material necesario es un cronómetro y un espacio de 10 metros, marcado con dos líneas blancas, una al inicio y otra al final de los 10 metros.

La prueba presenta una excelente fiabilidad inter-evaluador ( $ICC = 0.974$ ) e intra-evaluador ( $ICC = 0.983$ ) (142). El cambio mínimo detectable es de 0,13 m/s (127,128).

### 6 Minute Walk Test

Como medida aeróbica se utilizó *6 Minute Walk Test* (6MWT). Es una prueba de esfuerzo submáximo, que mide la distancia máxima recorrida en 6 minutos (140). Se creó para sujetos de edad avanzada con insuficiencia cardíaca para evaluar la capacidad del ejercicio (143).

El material necesario fue un cronómetro y un pasillo con un mínimo de 30 metros (140). El recorrido realizado por los sujetos fue de 25 metros contabilizando una vuelta completa con un total de 50 metros. Se marcó con una línea blanca el inicio y el final a los 25 metros. Además, se colocaron dos conos a 1,25m de los extremos para girar alrededor de ellos. Para la ejecución, se pidió que caminaran a una velocidad cómoda, con las ayudas técnicas y/o de asistencia que usaban en la escala WISCI-II, y con descansos cuando lo necesitasen, registrando el número, el motivo y el tiempo de parada. Sólo se repitió una vez y se registró el número de vueltas totales y la distancia recorrida en metros (140). Los sujetos que no pudieron realizar la prueba se les calificaron como no evaluables (anexo 4).

Esta prueba ha demostrado tener excelente fiabilidad intra-evaluador ( $ICC = 0.99$ ) e inter-evaluador ( $ICC = 0.99$ ), excelente validez y sin efecto techo/suelo.

El cambio mínimo detectable es de 45,8 metros en sujetos con menos de un año de evolución con LMEi (127,128).

### Walking Index for Spinal Cord Injury II

La escala *Walking Index for Spinal Cord Injury II* (WISCI-II) es una escala válida y fiable, que mide la capacidad de marcha para caminar 10 metros. Fue desarrollada por expertos en LME en el año 2000 (144). Inicialmente contenía 20 niveles y se denominaba WISCI (145), y tras la revisión que se realizó al año siguiente, se añadió un nivel "0" de puntuación para aquellos individuos incapaces de realizar la marcha incluso con ayuda máxima, y se incluyeron cambios en cuanto a la definición de las ortesis, pasando a ser la versión WISCI-II (141). Esta escala se puntúa de 0 a 20 en función de las ayudas técnicas, ortesis y asistencia necesarias para caminar 10 metros (141,146). Ha sido validada en sujetos agudos y crónicos con LME (121,147). Las revisiones sistemáticas de la literatura médica confirman la validez de las escalas WISCI/ WISCI-II y su uso junto con el 10MWT para la evaluación de la función ambulatoria (41) (anexo 4).

Se realizó en conjunto con la prueba 10MWT a los participantes que pudieran caminar fuera de las paralelas.

El material necesario es un pasillo de 10 metros de distancia mínima. Para una correcta puntuación se deben considerar algunos aspectos (141):

1. Asistencia física: "Asistencia física de dos personas" es una asistencia de moderada o máxima. La "asistencia física de una persona" es una asistencia mínima.
2. Ortesis: bitutores significa uno o dos bitutores ortopédicos, ya sean cortos o largos. "Sin ortesis" significa que no hay ortesis en ninguno de las EEII.
3. Ayudas: "andador" se refiere a uno rígido convencional sin ruedas. "Bastones" pueden ser antebraquiales, axilares o de mano.
4. Se debe elegir el nivel más alto en el que la marcha del sujeto sea cómoda y segura.

Esta prueba ha demostrado tener excelente fiabilidad inter-evaluador (ICC= 0.98) e intra-evaluador (ICC= 1.0) y efecto techo en individuos agudos A/S D con máximo nivel (70). Un estudio estimó que un cambio de un nivel en la escala WISCI-II podría considerarse como una diferencia real en un contexto clínico en sujetos crónicos (147). En sujetos agudos, se ha considerado al menos un cambio de dos niveles como la diferencia mínima clínicamente relevante, argumentando que podría ser más difícil la valoración al ser menos estables en su desempeño diario o pudiendo ser más difíciles de evaluar, en particular en lo que respecta a la cuestión de la seguridad (148).

Además, varios estudios utilizan la escala categorizando las puntuaciones en tres grupos: no realiza marcha (puntuación 0), realiza marcha con asistencia física (puntuación 1-4, 6-8, 10,11,14 y 17) y realiza marcha independiente (puntuación 5,9,12,13,15,16,18-20) (94,149).

### ***Calidad de vida relacionada con la salud***

La CVRS se valoró mediante un cuestionario genérico diseñado para población general (*EuroQol 5 dimensions 5 Levels*) y un cuestionario específico de LME (*Quality of Life Index, Spinal Cord Injury Version*).

#### *EuroQol 5 dimensions 5 Levels*

Esta versión del cuestionario *EuroQol 5 dimensions 5 Levels* (EQ-5D/5L) fue desarrollada por el grupo EuroQol en 2009 (150). Es un instrumento genérico y estandarizado diseñado para población general, que proporciona un perfil descriptivo sencillo y un único valor del estado de salud.

Mide 5 dimensiones: 1) movilidad, 2) autocuidado, 3) actividades habituales, 4) dolor/malestar y 5) ansiedad/depresión. Cada dimensión se describe mediante 5 niveles de gravedad: 1) no tiene problemas, 2) leve, 3) moderado, 4) grave y 5) extremo/ no puede realizarlo. Las respuestas de los encuestados dan lugar a una puntuación denominada índice EQ-5D que va desde 0 (salud pésima) a 1 (salud perfecta). La segunda parte del cuestionario denominada “*Salud Hoy*” consiste en una escala de valoración analítica, en la que el individuo tiene que elegir una puntuación del 0 al 100 en relación con su salud global en el día que

cumplimenta el cuestionario, siendo 0 el peor estado de salud que se pueda imaginar y 100 el mejor estado de salud imaginable. El tiempo de realización es menor de 5 minutos (151).

El único material necesario es un bolígrafo. Se cumplimentó después de que el participante hubiera realizado las pruebas de equilibrio y marcha (anexo 4).

#### Quality of Life Index, Spinal Cord Injury Version

El cuestionario *Ferrans and Powers Quality of Life Index* se desarrolló para medir la calidad de vida en diversas poblaciones, midiendo tanto la satisfacción como la importancia de esos aspectos en la calidad de vida (152). Se realizó una versión llamada *Quality of Life Index, Spinal Cord Injury Version* (QLI-SCI) para medir la calidad de vida específicamente en personas con LME. Consta de 37 ítems y 6 opciones de respuesta, desde 1 (muy insatisfecho/ insignificante) a 6 (muy satisfecho/ importante) (106,153). En una primera parte el participante debe puntuar cada uno de los ítems, y posteriormente debe puntuar la importancia que da a cada ítem con la misma escala. La puntuación final, teniendo en cuenta la ponderación realizada con las respuestas de la importancia que dan a los ítems, va de 0 a 30, siendo 30 la mejor puntuación. Los resultados, además de la puntuación total, se dividen en cuatro subescalas Salud y Funcionamiento, Socioeconómico, Psicológica/ Espiritual y por último Familia. (154).

El cuestionario QLI-SCI puede administrarse mediante entrevista o autoinforme, y en este estudio se ha utilizado la forma de entrevista (152).

El material necesario es un bolígrafo. Se cumplimentó después de que el participante hubiera realizado las pruebas de equilibrio y marcha (anexo 4).

## 5.6 Intervención

### 5.6.1 Piscina terapéutica y material de apoyo

La intervención se desarrolló en la piscina terapéutica cubierta y climatizada del HNP (figura 9). El vaso de la piscina tiene unas dimensiones de 14,5x4,5m., con dos profundidades fijas a 0,50 m y 1,20 m. La temperatura recomendada por expertos en general para la LME es de 33.5°- 35.5°C (155). La temperatura indiferente (32°-35°C) ha sido sugerida para la realización de terapia acuática y Ai-Chi clínico (82). Por las infraestructuras del HNP donde se encontraba la piscina, la temperatura utilizada fue 33°C, encontrándose dentro del rango establecido.



**Figura 9.** *Piscina terapéutica del Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo. Elaboración propia.*

La piscina disponía de una barandilla auxiliar anclada en la pared por todo el perímetro y una camilla hidráulica para la entrada y salida de los participantes. Se dispuso de material de estabilización (lastres desde 0,5 hasta 2 kg) y material de flotación (figura 10) como apoyo para la estabilidad o aumento de resistencia acuática. El material usado para dar estabilidad fue usado de mayor a menor apoyo y los lastres se colocaron en el tobillo correspondiente en sujetos que tenían un balance muscular insuficiente en una o ambas EEII para mantener el pie apoyado en el suelo en equilibrio estático.



**Figura 10.** Material auxiliar de apoyo. Elaboración propia.

Además, se dispuso de material acuático específico para el trabajo del equilibrio y la marcha: dos plataformas desestabilizadoras de diferente dificultad, una cuadrangular con movimientos permitidos hacia anteroposterior y lateral según la colocación del sujeto y otra circular con movimientos con un muelle que permite movimientos de 360°; dos barras de equilibrio de diferente grosor y dos vallas (figura 11).



**Figura 11.** Material acuático utilizado en la intervención. Elaboración propia.

Las plataformas fueron usadas en función del equilibrio, siempre comenzando por la plataforma rectangular con movimientos laterales, pasando al eje anteroposterior (figura 12). Quien poseyera un equilibrio alto, usó la plataforma circular. Las barras de equilibrio se usaron para la marcha en tándem, marcha cruzada hacia anterior y/o posterior u otras variaciones, pudiéndose realizar en

sujetos con buen equilibrio con los ojos cerrados para anular la información visual. Se comenzó con la de mayor grosor y se finalizó con la de menor grosor en sujetos con buena propiocepción en tobillos. Las dos vallas se usaron para trabajar el paso en los dos ejes, medio-lateral y antero-posterior, saltos unipodal/ bipodal, alternos/a la vez y cambios de dirección.



**Figura 12.** *Participante en plataforma desestabilizadora con trabajo en el eje mediolateral. Elaboración propia.*

### 5.6.2 Fisioterapia acuática

El programa de FA fue realizado por dos fisioterapeutas expertas en FA y una de ellas responsable del departamento de terapia acuática del hospital.

Este programa consistió en la aplicación de 18 sesiones de FA distribuidas en 6 semanas, 3-5 días/semana dependiendo de las circunstancias de cada sujeto. La duración de cada sesión fue de 40 minutos.

El protocolo de FA se dividió en cuatro fases que se describen en la tabla 7. En cada fase se trabajó a una intensidad pautada dependiendo de los objetivos marcados en cada fase. Esa intensidad se controló mediante una escala subjetiva del esfuerzo percibido de Borg, por sus siglas en inglés *Rate of Perceived Exertion* (RPE) y una prueba objetiva mediante un sensor de FC en tiempo real. La escala para evaluar el RPE puntúa del 6 al 20 y permite evaluar

la intensidad a la que se está realizando el ejercicio (tabla 5) y fue la usada durante toda la intervención de FA (156).

**Tabla 5.** Escala del esfuerzo percibido de Borg. Modificada de Scherr et al. (2013)(157).

Numeración	Esfuerzo percibido por el sujeto
6	Muy muy suave
7	
8	Muy suave
9	
10	Bastante suave
11	
12	Algo duro
13	
14	Duro
15	
16	Muy duro
17	
18	Muy muy duro
19	
20	

Para calcular la FC máxima (FCmax) en el medio acuático se siguió la siguiente fórmula:  $FC_{max\ agua} = (220 - EDAD) - 10\%$  de FCmax en tierra (83). La sesión de cada sujeto estuvo monitorizada por un sensor de FC, Polar Verity Sense® (2022. Polar Electro Oy, Professorintie 5, 90440 Kempele, Finlandia). Para el registro de la FC, el sensor se conectó mediante bluetooth a un iPad con la aplicación *Polar Team*, pudiéndose registrar tanto de forma individual como grupal durante todo el tratamiento, monitorizando la FC a tiempo real (figura 13). El sensor se colocó en la “v deltoidea” de una extremidad superior de cada sujeto. La aplicación divide en 5 niveles de intensidad en función de la FCmax de cada participante. La aplicación clasifica la intensidad en cinco niveles definidos según el porcentaje de la FCmax de cada individuo: el nivel 1, representado en gris, comprende hasta el 60% de la FCmax; el nivel 2, en azul, abarca del 60 al 70%; el nivel 3, en verde, cubre del 70 al 80%; el nivel 4, en

naranja, va del 80 al 90%; y el nivel 5, en rojo, se sitúa entre el 90% y el 100% de la FCmax.



**Figura 13.** Aplicación Polar Flow.

El protocolo inicial se basó en la escala RPE y la FC según *Holmlund et al. (2019)* (45,158,159). Se tomó como referencia la relación entre el porcentaje de consumo de oxígeno y el porcentaje de FC, dado que ambos se correlacionan con la escala RPE en sujetos con LME (45). La Tabla 6 muestra la equivalencia de intensidades entre sujetos sanos y aquellos con LME por encima de T6 (45,159). Estos valores fueron considerados al controlar la intensidad prescrita en las sesiones.

**Tabla 6.** Intensidad de ejercicio según porcentaje de  $VO_2max$ , FCmax y escala RPE en sujetos sanos vs con LME. Modificada de *Holmlund et al. (2019)* (45).

Intensidad	Sujeto Sano			Sujeto con LME <T6		
	Borg RPE	Vo <sub>2</sub> max (%)	FCmax (%)	Borg RPE	Vo <sub>2</sub> max (%)	FCmax (%)
Muy ligera	<8	<37	<57	<8	<37	<50
Ligera	9-11	37-45	57-63	8-9	37-45	51-60
Moderada	12-14	46-63	64-76	10-13	46-63	61-72
Vigorosa	15-17	64-90	77-95	14-17	64-90	73-90

*Notas: RPE, Rate of Perceived Effort; Vo<sub>2</sub>, consumo de oxígeno; FC, frecuencia cardíaca; LME, lesión medular espinal; T6, Nivel torácico 6.*

El protocolo de actuación con sus fases se describe en la tabla 7. La fase 1 consistió en un calentamiento con una intensidad inferior al 50% de la FCmax.

La segunda fase se fundamentó en el concepto de práctica concentrada, distribuida y sostenida, manteniendo a los participantes activos durante aproximadamente el 95% de la sesión. Esta fase fue la principal de la intervención y se centró en el equilibrio estático y dinámico, concentrando diversas técnicas de FA con las propiedades mecánicas del agua. Se estructuró en cinco apartados interconectados, adaptados y graduados progresivamente en complejidad, comenzando por ejercicios de equilibrio estático/dinámico y culminando con actividades de potencia muscular y agilidad. La práctica fue sostenida mediante la personalización individual de las tareas, de modo que casi todo el tiempo disponible se destinó a trabajo activo o activo-asistido, optimizando la rehabilitación del equilibrio y la marcha. Asimismo, fomentar deliberadamente mayores oscilaciones posturales en un entorno acuático ofreció un espacio seguro donde poner a prueba las estrategias de control postural en las fases iniciales de rehabilitación, lo que favoreció la mejora de la función física y disminuir el riesgo de caídas (89). El porcentaje de intensidad en esta fase se mantuvo por debajo del 50% de la FCmax de cada sujeto cuando se trabajaba el equilibrio estático y por debajo del 60% cuando se trabajaba el equilibrio dinámico.

Se incluyó la fase 3 por la reconocida importancia del entrenamiento aeróbico en neurorrehabilitación, dado que una menor variabilidad de FC se asocia con un mayor riesgo cardiovascular y mortalidad en sujetos sanos (55,160). Los participantes con LME muestran una actividad física reducida en el medio terrestre debido a las limitaciones de movilidad derivadas de la lesión, lo que eleva su riesgo de desarrollar, entre otras, comorbilidades cardiovasculares (161). Durante esta fase, la intensidad del ejercicio se mantuvo entre el 60% y el 70% de la FCmax de cada sujeto.

**Tabla 7.** Protocolo de actuación de la intervención de FA.

Fases	Duración	Dosificación	Observaciones específicas
<b>1:</b> Calentamiento	5 minutos	RPE 8-9 (<50% FCmax)	Movimientos lentos y con amplio rango articular de las EEII y columna dorsolumbar.
<b>2:</b> Ejercicios de Equilibrio y Marcha	20 minutos	<b>Inicio:</b> Equilibrio estático RPE 8-9 (<50% FCmax)  Equilibrio dinámico/marcha RPE 10-11 (<55% FCmax)  <b>Progresión:</b> RPE 11-12 (<60% FCmax)	<b>5 bloques (A-E):</b> <b>A:</b> Agilidad rápida. <b>B:</b> <i>Ai Chi</i> clínico: estabilidad medio-lateral. <b>C:</b> Marcha con dobles tareas, obstáculos y/ todo tipo de variaciones. <b>D:</b> <i>Ai Chi</i> clínico: estabilidad anteroposterior. <b>E:</b> Ejercicios de fuerza para entrenar potencia.  <b>A:</b> Cambios direccionales más frecuentes. <b>B y D:</b> Mayor desplazamiento CDG y posición máxima de alcance. <b>C:</b> Combinaciones más complejas de las actividades y mayor frecuencia en los cambios. <b>E:</b> Aumento de la complejidad y de la resistencia hidrodinámica con material de flotación.
<b>3:</b> Entrenamiento aeróbico	10 minutos	<b>Inicio:</b> RPE 13-14 (60% FCmax) <b>Progresión:</b> RPE 14-15 (60 - 70% FCmax)	Se basó en los principios mecánicos de la inmersión como turbulencias, fuerza de empuje y arrastre en ejercicios de marcha, bicicleta, cambios de posición y todo tipo de patada de EEII en combinación con las EESS.
<b>4:</b> Enfriamiento	5 minutos	RPE 8-9 (<50% FCmax)	Ejercicios de marcha lenta y otras formas de resistencia fascial.

*Notas: RPE: Escala de esfuerzo percibido de Borg; FCmax, frecuencia cardíaca máxima; EEII, extremidades inferiores; EESS, extremidades superiores; CDG, centro de gravedad.*

A continuación, se explican las adaptaciones de cada fase.

**Fase 1:** Calentamiento con una duración de 5 minutos.

Se realizaron movimientos con amplio rango articular en todas las articulaciones de las EEl y de la columna dorsolumbar para disminuir la rigidez articular y/o muscular. Cuando el participante no pudo mantener el equilibrio en movimiento, los ejercicios se llevaron a cabo de forma estática (figura 14.A). Siempre que fue posible, se practicó el calentamiento con desplazamiento, permitiendo el uso de material de estabilización o apoyo si lo necesitaban (figura 14.B).



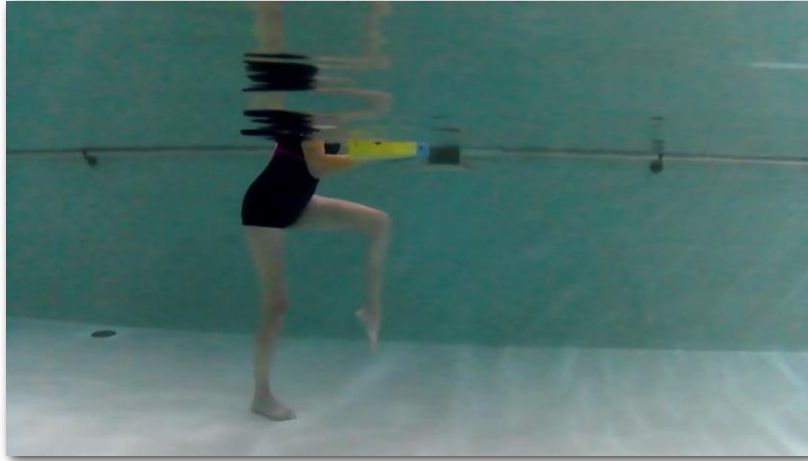
**Figura 14.** Calentamiento en estático (A) y en dinámico (B) con apoyo. *Elaboración propia.*

**Fase 2:** Ejercicios de equilibrio estático y/o ejercicios de equilibrio dinámico/marcha. Duración de 20 minutos con 5 bloques (A-E).

A. *Agilidad rápida.* Se inició con marcha rápida hacia adelante, hacia atrás y hacia los lados con cambios direccionales aleatorios, parar e iniciar de nuevo la marcha y giros alternos. En esta fase se trató de trabajar la propiocepción, ganar estabilidad y confianza sin riesgos de caídas gracias a estar en el medio acuático (figura 15). Se realizaron adaptaciones usando material auxiliar de estabilidad como lastres o material de flotación para aquellos participantes que no mantenían la estabilidad (figura 16) y se fue disminuyendo hasta conseguir realizarlo de manera independiente y sin apoyos (figura 17).



**Figura 15.** *Ejercicio de agilidad rápida en fase 2A. Elaboración propia.*



**Figura 16.** *Marcha con apoyos en la fase 2A. Elaboración propia.*



**Figura 17.** *Marcha lateral con sentadilla en la fase 2A. Elaboración propia.*

B. *Ai-Chi clínico*. Se emplearon katas enfocadas en la estabilidad medio-lateral, integrando estrategias de cadera y límites de alcance. Al inicio, se trabajó con bases amplias y, cuando los participantes no mantenían la estabilidad sin apoyo, se les indicó apoyar la espalda contra la pared de la piscina. Durante las primeras sesiones, se pidió que no alcanzaran el punto máximo de alcance para facilitar el control de la *kata* y la respiración. Una vez dominada la técnica, se solicitó desplazar el CDG al máximo sin perder la estabilidad, reduciendo progresivamente la base de sustentación y enseñando estrategias de cadera con desplazamientos del peso corporal para un mayor control de la estabilidad (figura 18). Se enseñó únicamente

una *kata* por sesión y, tras su dominio completo y los ajustes necesarios para aumentar la dificultad, se progresó a una nueva *kata* de mayor complejidad.

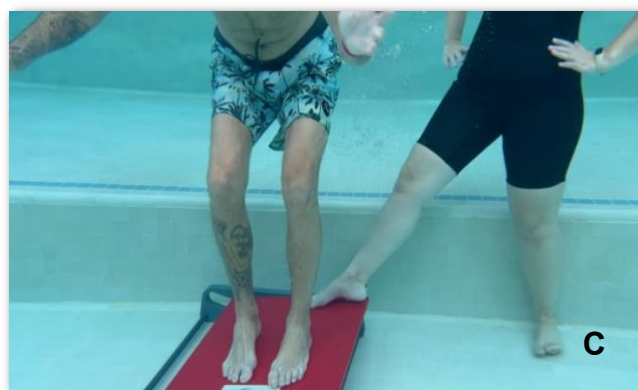


**Figura 18.** *Posición inicial de Ai-Chi clínico, fase 2B. Elaboración propia.*

C. *Marcha con dobles tareas, obstáculos y/o con todo tipo de variaciones.* Se comenzó con tareas simples (contar números, recitar el abecedario, responder preguntas breves...) y, de forma progresiva, se introdujeron actividades más complejas (operaciones aritméticas, uso de material auxiliar, lectura de textos...) (figura 19). Para ajustar la dificultad se emplearon obstáculos modificando su configuración: aumento gradual del reto que planteaba cada elemento, apoyo monopodal con aumento de velocidad (figura 20.A), cambios de dirección que generaban turbulencias y desestabilización al reducir la base de sustentación (figura 20.B), o incluso afrontando la inestabilidad a través de la interacción directa con el fisioterapeuta (figura 20.C).



**Figura 19.** Equilibrio barras con doble tarea en la fase 2C. Elaboración propia.



**Figura 20.** Equilibrio en plataforma con apoyo monopodal (A), marcha en tándem (B) y desestabilización por fisioterapeuta (C) en la fase 2C. Elaboración propia.

D. *Ai-Chi clínico*. Se aplicaron las mismas indicaciones descritas en el apartado B, seleccionando las *katas* orientadas al trabajo de la estabilidad anteroposterior (figura 21). Se practicó una única *kata* por sesión y, una vez dominada por completo y realizados los ajustes necesarios para aumentar su dificultad, se progresó a una nueva *kata* de mayor complejidad.



**Figura 21.** Posición final de *Ai-Chi clínico* en la fase 2D. *Elaboración propia.*

E. *Ejercicios de fuerza para entrenar potencia*. Los movimientos se realizaron siempre en inmersión e incluyeron saltos, contracciones rápidas de las EEII y/o ejercicios de estabilidad abdominal (figura 22). En la fase inicial se permitió a los sujetos utilizar las EESS para incrementar la estabilidad y centrar el trabajo en las inferiores. En aquellos participantes que no mantenían el equilibrio sin asistencia, los ejercicios se ejecutaron de forma estática, sin desplazamientos, aplicando adaptaciones como fijar las manos a la barandilla (figura 23), a material auxiliar estable o al fisioterapeuta. De este modo se fortalecía la musculatura afectada mientras se retiraba progresivamente el punto de apoyo. A medida que avanzaba la intervención, se priorizó el trabajo de la musculatura afectada anulando el uso de las EESS, por ejemplo, manteniendo los brazos en cruz sobre el pecho o sujetando únicamente un material auxiliar.



**Figura 22.** Ejercicio de fuerza en escalón en la fase 2E. Elaboración propia.



**Figura 23.** Potenciación de las EEII con punto fijo de las EESS en barandilla en la fase 2E. Elaboración propia.

Cuando no fue posible caminar en los bloques A, C y E se realizaron ejercicios con las EESS con gran amplitud, alta velocidad, palancas largas y en varias direcciones para activar reactivamente actividades de equilibrio en las EEII. La elección de estar en bipedestación estática o marcha dependió de los niveles de fuerza funcional.

**FASE 3:** Parte aeróbica con una duración de 10 minutos.

Durante esta fase se emplearon ejercicios pensados para elevar la FC hasta el nivel pautado en el protocolo. En primer lugar, los participantes realizaron movimientos sumergidos de gran amplitud y a una velocidad superior a la de confort, con inmersión de las extremidades implicadas, para maximizar el estímulo cardiovascular. En aquellos con menor respuesta motora, se introdujo material auxiliar en las EESS para favorecer el aumento de la FC y garantizar la estabilidad inicial (figura 24). A continuación, el trabajo se centró predominantemente en las EEII, utilizando la barandilla como punto de apoyo para potenciar su movilidad. Una vez que los sujetos demostraron control completo de sus movimientos, se incorporaron ejercicios más desafiantes: cambios rápidos de posición, natación y movimientos simultáneos de EESS Y EEII (figura 25).



**Figura 24.** Saltos con diferente material auxiliar en la fase 3. *Elaboración propia.*



**Figura 25.** *Bicicleta sin apoyos en la fase 3. Elaboración propia.*

**FASE 4:** Enfriamiento con una duración de 5 minutos.

Se incluyó marcha lenta y ejercicios de resistencia fascial, como estiramientos o movimientos amplios, ejecutados de forma lenta y coordinados con la respiración para favorecer la disminución de la FC.

### 5.6.3 Grupo control

Durante todo el estudio los sujetos del GC realizaron su programa de tratamiento en el gimnasio de rehabilitación prescrito por su médico rehabilitador, consistente en tratamiento fisioterápico convencional basado en la movilización articular por debajo del nivel de la lesión, fortalecimiento de la musculatura supralesional y de las funciones motoras restantes, estiramiento muscular, estabilización del tronco y marcha y equilibrio si era posible, así como práctica del autocuidado y de las actividades de la vida diaria.

Al terminar el estudio, todos los sujetos incluidos en este grupo realizaron FA, puesto que ésta había sido indicada por su médico rehabilitador y se encontraban en la lista de espera para este tratamiento.

## 5.7 Recogida de datos

Los datos se recogieron en un cuaderno de datos electrónico diseñado específicamente para el proyecto (CRDe). Los datos utilizados para esta tesis doctoral se trasladaron anonimizados a un documento Excel.

Todos los participantes fueron valorados entre las 24-48 horas tras aceptar entrar en el estudio y, al finalizar la FA en los sujetos del grupo de intervención, y a las 6 semanas del inicio en los sujetos del GC. La calidad de los datos registrados en el CRDe fue supervisada por el investigador principal del proyecto.

Se aseguró la confidencialidad y anonimización de los datos, según la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales, en todas las fases del estudio (162). A cada participante se le asignó un número, que se asoció a los datos identificativos registrados en una lista independiente a la que solo tenía acceso el investigador principal. Tanto en el CRDe, como para los posteriores análisis estadísticos, los participantes solamente estaban identificados por el número asignado. Los datos recogidos se fueron introduciendo en el CRDe a medida que se realizaba el estudio, al que solamente tenían acceso los dos fisioterapeutas responsables de realizar las valoraciones y el investigador principal. Los datos solo podían ser registrados una vez, y después no existía la posibilidad de poder modificar el valor registrado.

## 5.8 Análisis estadístico

### 5.8.1 Muestra para el análisis

La muestra utilizada para el análisis estadístico estuvo formada por todos los sujetos que fueron incluidos en el estudio y que completaron el protocolo. Se realizó un análisis por protocolo, incluyendo los sujetos que tuvieron las valoraciones iniciales y finales. Todos los análisis se realizaron para un nivel de significación de  $p < 0,05$ .

### 5.8.2 Estrategia de análisis

La descripción de las características basales de los participantes se realizó, en el caso de las variables continuas que siguieron una distribución normal, mediante la media y la desviación estándar, o mediante la mediana y rango intercuartílico cuando no seguían dicha distribución. Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para determinar si la distribución se apartaba de la normal. Para la descripción de las variables categóricas se utilizó el número y porcentaje de sujetos por categoría.

Para comprobar si los grupos habían quedado equilibrados se compararon las variables cuantitativas mediante la prueba t de Student y las variables categóricas mediante la prueba Chi cuadrado o mediante la prueba exacta de Fisher en caso de no cumplirse las condiciones de aplicación.

Para el análisis de la eficacia, al finalizar la intervención se realizó una comparación entre los grupos con su correspondiente IC 95%. Para comparar el porcentaje de sujetos que han mejorado al menos un 20%, en las pruebas de equilibrio, marcha y calidad de vida se ha utilizado la prueba de Chi cuadrado o su correspondiente prueba no paramétrica cuando no se cumplían los criterios de aplicación.

En el caso de BBS, 6MWT, WISCI-II y CVRS (EQ/5D-5L y QLI-SCI) se ha considerado mejoría cuando la valoración final era, al menos un 20% superior a la valoración basal. Para las pruebas TUG y 10MWT se ha considerado mejoría cuando la valoración final era, al menos, un 20% inferior a la valoración basal. En el caso de las pruebas de posturografía, se consideró mejoría cuando disminuyeron un 20% las variables estudiadas (área de barrida, desplazamientos AP y ML, y fuerzas AP y ML).

En las variables analizadas de equilibrio (BSS y TUG) y marcha (6MWT, 10MWT y WISCI-II) se ha analizado si existe relación entre mejorar un 20% con el resto de las variables sociodemográficas y clínicas para lo que se ha realizado un análisis univariado. En los casos en que el análisis univariado ha detectado algún

efecto, se ha realizado un análisis multivariado mediante regresión logística con fines explicativos para descartar la existencia de interacciones entre variables, y la posible presencia de variables confusoras.

Además, para conocer el tamaño del efecto se han comparado las diferencias de medias obtenidas en las variables resultado de ambos grupos mediante t de Student o su correspondiente prueba no paramétrica cuando no se cumplían los criterios de aplicación.

## 5.9 Aspectos éticos y legales

El presente estudio se llevó a cabo de acuerdo con las normas establecidas en la Ley 14/2007, de 3 de julio, de investigación biomédica. Además, se realizó siguiendo los requerimientos de la Declaración de Helsinki y sus revisiones posteriores, y cumpliendo las normas descritas en las Guías de Buena Práctica Epidemiológica de la ICH (*Internacional Conference of Harmonization*).

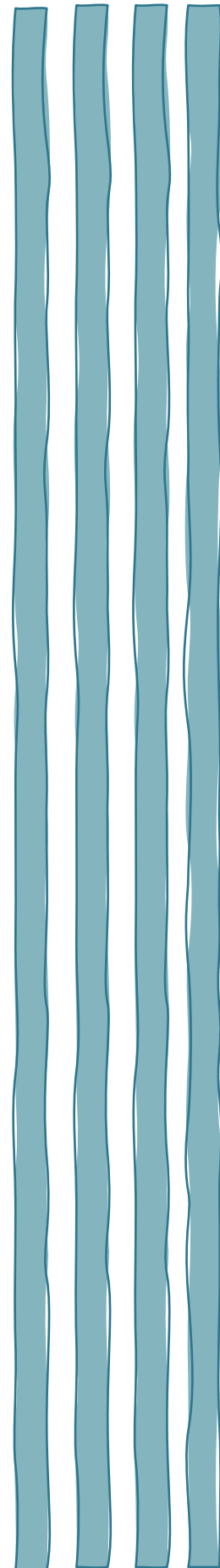
El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos del área sanitaria de Toledo nº 370 a 30/04/2019.

Se informó a los sujetos del ensayo de manera oral y por escrito, y se solicitó la firma del consentimiento informado (anexo 3).

El estudio no supuso riesgos añadidos para los participantes puesto que en todos los casos la FA había sido indicada por su médico rehabilitador dentro de la práctica clínica habitual.



## ***6. Resultados***



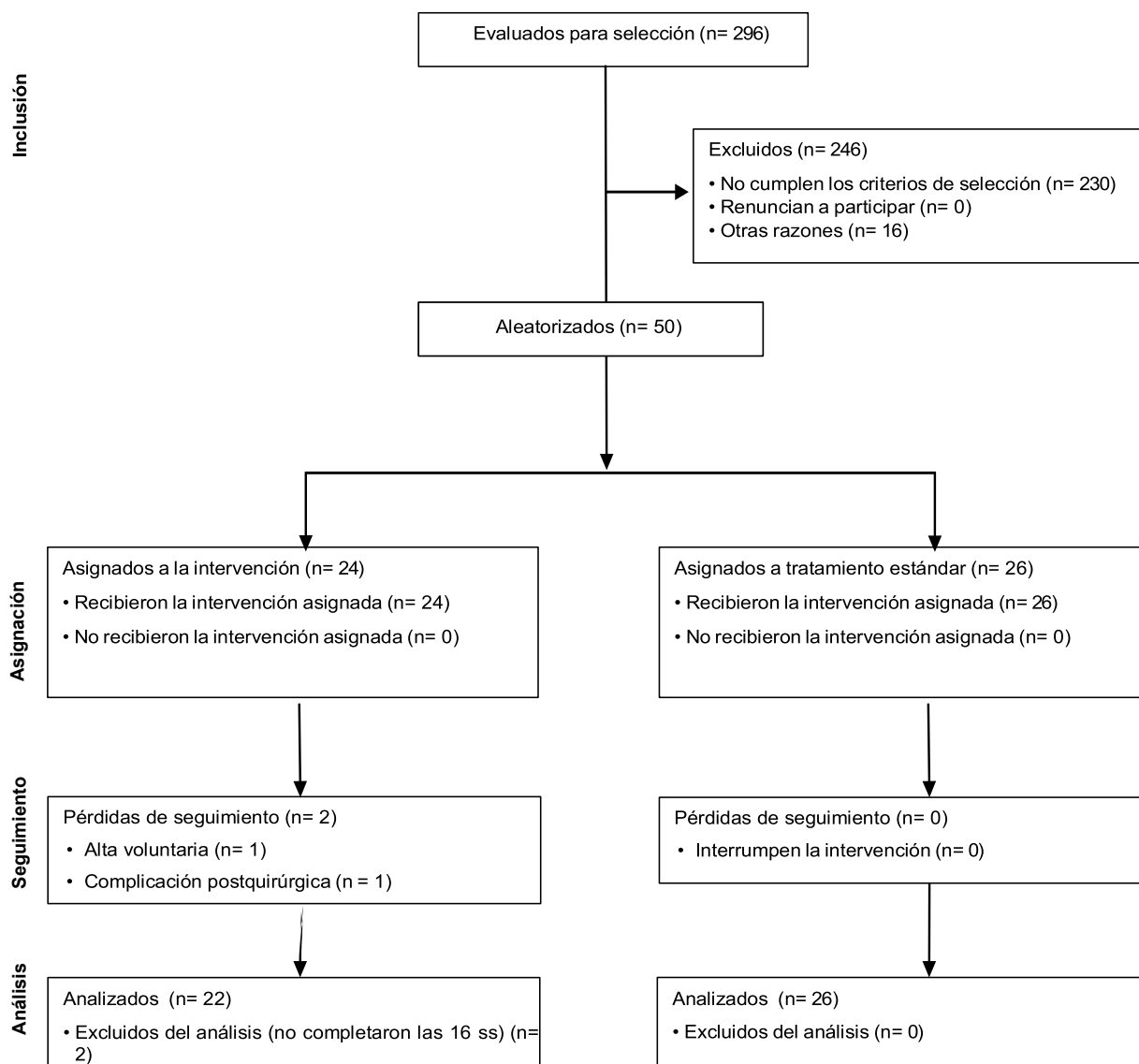


## 6. Resultados

Para su posible inclusión en el estudio, fueron evaluados 296 sujetos que estuvieron ingresados en el HNP entre octubre de 2021 y octubre de 2023, y que contaban con prescripción de hidroterapia por parte del médico rehabilitador correspondiente. De ellos, 230 no cumplieron criterios de selección y 15 sujetos, que sí los cumplieron, se excluyeron por otros motivos como tener una fecha de alta prevista anterior a la fecha de finalización de la participación en el estudio (n=7), presentar polirradiculopatía (n=1), complicación postquirúrgica sin estabilizar (n=1), imposibilidad de realizar sondaje diario por causa mayor (n=1), imposibilidad de usar obturador anal (n=1), complicaciones psiquiátricas no estabilizadas (n=2), corta estancia hospitalaria (n=2) y no aceptar participar en el programa (n=1). Finalmente, se incluyeron 50 participantes que dieron su consentimiento por escrito para participar en el estudio (figura 28).

Los sujetos se distribuyeron en dos grupos según la lista de aleatorización, quedando conformado un GI con 24 sujetos y un GC con 26 sujetos.

Durante el desarrollo de la investigación dos sujetos del GI abandonaron el estudio, uno por presentar una complicación posquirúrgica y otro por solicitar el alta hospitalaria voluntaria. Para el análisis estadístico de la eficacia de la intervención se incluyeron 22 sujetos en el GI y 26 sujetos en el GC.



**Figura 26.** Diagrama de flujo según Consolidated Standards of Reporting Trials. Modificado de Boutron et al. (2017) (116).

## 6.1 Características de la muestra

La muestra del estudio quedó constituida por un total de 50 sujetos de estudio con LMEi. Las características sociodemográficas de la muestra total se representan en la tabla 8. El 58% fueron varones y el rango de edad estuvo comprendido entre los 19 y 69 años. La mitad de la muestra estaba casada y el 72% eran trabajadores en activo a la hora de entrar en el estudio. Respecto al nivel de estudios, un 62% tenían estudios secundarios o superiores. El 78% de los participantes tenían sobrepeso establecido para la población con LME en

tener un IMC  $\geq 22,0$ kg/m<sup>2</sup> (163,164). En cuanto a hábitos saludables el 78% eran no fumadores.

**Tabla 8.** Características sociodemográficas basales de la muestra total.

Variable	Muestra total (n=50)	K/S
<b>Edad (años) <math>\bar{x}</math>(D.E.)</b>	49 (13,11)	0,320
<b>Sexo n(%)</b>		
Mujer	21 (42)	-
Varón	29 (58)	
<b>Estado civil n(%)</b>		
Casado	25 (50)	
Divorciado	5 (10)	
Separado legalmente	4 (8)	-
Soltero	15 (30)	
Viudo	1 (2)	
<b>Situación laboral n(%)</b>		
Trabajador activo	36 (72)	
Jubilado	8 (16)	-
Desempleado	6 (12)	
<b>Estudios n(%)</b>		
Sin estudios	2 (4)	
Primarios	17 (34)	-
Secundarios	21 (42)	
Universitarios	10 (20)	
<b>IMC <math>\bar{x}</math>(D.E.)</b>	26,24 (4,82)	0,077
<b>IMC codificado n(%)</b>		
Normopeso	11 (22,00)	
Sobrepeso	39 (78,00)	-
Desnutrido	0 (0)	
<b>Ejercicio antes de la lesión (horas)</b>		
$Me$ (RIC)	2,5 (7)	0,006
<b>Tabaco n(%)</b>		
Si	11 (22)	-
No	39 (78)	

Notas: K/S: Kolmogórov-Smirnov;  $\bar{x}$ , media;  $Me$ , mediana; RIC, rango intercuartílico; n, número de sujetos; IMC, índice de masa corporal.

Las características clínicas de la muestra total al inicio del estudio se presentan en la tabla 9. Se encontró que la etiología no traumática, AIS C y las lesiones torácicas fueron las causas predominantes. El tiempo medio de evolución desde que se produjo la lesión hasta que se les incluyó en este estudio fue de 101 días, es decir, alrededor de tres meses y medio.

**Tabla 9.** Características clínicas basales de la muestra total.

Variable	Muestra total (n=50)	K/S
<b>Causa n(%)</b>		
Traumática	23 (46)	-
No traumática	27 (54)	
<b>AIS n(%)</b>		
C	27 (54)	-
D	23 (46)	
<b>Nivel de lesión n(%)</b>		
T1-T5	13 (26)	
T6-T12	28 (56)	-
L1-L2	4 (8)	
L3-L5	5 (10)	
<b>Tiempo de evolución (días)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	101,52 (39,10)	0,632

Notas: K/S: Kolmogorov-Smirnov;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar n, número de sujetos.

Los valores de las variables de respuesta obtenidos en la muestra total al inicio del estudio se muestran en la tabla 10. La puntuación media en la escala BBS fue de 22,21 puntos, lo que indica un riesgo medio de caídas. La distancia media recorrida en la prueba de 6MWT fue de 118,79 metros, con una velocidad media de 0,25 m/s. El 54% de los participantes necesitaban ayudas físicas para realizar la marcha, es decir, a parte de las ayudas técnicas, necesitaban la ayuda de un fisioterapeuta para caminar.

La CVRS valorada mediante el cuestionario genérico ha mostrado que la puntuación obtenida en el índice EQ-5D fue inferior al valor medio de esta escala (0,44 puntos), mientras que la puntuación media obtenida en la percepción que los participantes tienen sobre su “Salud Hoy” fue ligeramente superior al valor medio de la escala (58,10). En el cuestionario específico para lesionados medulares QLI-SCI la puntuación media estuvo por encima del valor medio de la escala (21,88).

**Tabla 10.** Valores basales de las variables de respuesta en la muestra total.

Variable	Total	K/S
<b>BBS (0-56)</b> (n=50) $\bar{x}$ (D.E.)	22,21 (12,05)	0,117
<b>TUG (s.)</b> (n=42) $\bar{x}$ (D.E.)	46,24 (35,36)	0,076
<b>6MWT (m.)</b> (n=42) $\bar{x}$ (D.E.)	118,79 (80,44)	0,324
<b>10MWT (s.)</b> (n=42) $\bar{x}$ (D.E.)	40,02 (31,63)	0,089
<b>WISCI-II (0-19)</b> (n=50) $\bar{x}$ (D.E.)	9,17 (4,63)	0,073
<b>Tipo de marcha (WISCI-II)</b> (n=50) n(%)		
No realiza marcha	2(4)	-
Marcha con asistencia física	27(54)	-
Marcha independiente	21(42)	-
<b>Índice EQ-5D (0-1)</b> (n=50) $\bar{x}$ (D.E.)	0,44 (0,35)	0,061
<b>EQ-5D/5L Salud Hoy (0-100)</b> (n=50) $\bar{x}$ (D.E.)	58,10 (18,48)	0,215
<b>QLI-SCI Total (0-30)</b> (n=50) $\bar{x}$ (D.E.)	21,88 (3,93)	0,886

Notas: K/S: Kolmogorov-Smirnov; IC, Intervalo de confianza;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar; s, segundos; m, metros; BBS, Berg Balance Scale; TUG, Time Up and Go; 6MWT, 6 Minute Walk Test; 10MWT, 10 Meter Walk test; WISCI-II, Walking Index for Spinal Cord Injury II; EQ-5D, EuroQol-5 Dimensions; QLI-SCI, Quality of live- Spinal Cord Injury.

Todas las variables siguieron una distribución normal excepto las horas de ejercicio realizado antes de la lesión, que se ha descrito con la mediana y el rango intercuartílico.

## 6.2 Homogeneidad de los grupos

Para saber si los grupos son homogéneos al inicio del estudio, se han comparado los datos basales de las variables sociodemográficas (tabla 11) clínicas (tabla 12) y de resultado (tabla 13) entre ambos grupos. Se puede observar que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) en ninguna de las variables, por lo que se puede asumir que los GI y GC son homogéneos y por tanto comparables.

**Tabla 11.** Características sociodemográficas de los grupos de intervención y control al inicio del estudio.

Variable	Grupo Intervención (n=24)	K/S	Grupo Control (n=26)	K/S	Dif. de medias IC[95%]	p
<b>Edad (años)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	46,95 (14,13)	0,79 7	50,96 (12,06)	0,660	-4,003 [-11,45 a 3,44]	0,285
<b>Sexo</b> n(%)+						
Mujer	12 (50)	-	9 (34,6)	-	-	0,271
Varón	12 (50)		17 (65,4)			
<b>Estado civil</b> n(%)+						
Casado	8(33,3)		17 (65,4)			
Divorciado	3 (12,5)	-	2 (7,7)	-	-	0,201
Separado	3 (12,5)		1 (3,8)			
Soltero	9 (37,5)		6 (23,1)			
Viudo	1 (4,2)		0 (0)			
<b>Situación laboral</b> n(%)+						
Activo	1 (4,2)	-	5 (19,2)	-	-	0,171
Jubilado	3 (12,5)		5 (19,2)			
Desempleado	20 (83,3)		16 (61,5)			
<b>Estudios</b> n(%)+						
Sin estudios	1 (4,2)		1 (3,8)			
Primarios	6 (25,0)	-	11 (42,3)	-	-	0,610
Secundarios	12 (50,0)		9 (34,6)			
Universitarios	5 (20,8)		5 (19,2)			
<b>IMC</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	26,29 (5,54)	0,13 5	26,19 (4,16)	0,442	0,103 [-2,67 a 2,88]	0,941
<b>IMC codificado</b> n(%)						
Normopeso	7 (29,2)	-	4 (15,4)	-	-	0,834
Sobrepeso	17 (70,8)		22 (84,6)			
Desnutrido	0 (0)		0 (0)			
<b>Ejercicio antes de lesión</b> (horas) $\bar{x}$ (D.E.)*	4,17 (5,2)	0,24 1	4,8 (7,5)	0,060	-0,640 [-4,31 a 3,03]	0,727
<b>Tabaco</b> n(%)+						
Si	7 (29,2)	-	4 (15,4)	-	-	0,240
No	17 (70,8)		22 (84,6)			

Notas: \*Variables analizadas mediante t-Student; +Variables analizadas mediante Chi cuadrado; GI, grupo intervención; GC, grupo control; K/S: Kolmogórov-Smirnov;  $\bar{x}$ , media; n, número de sujetos; IMC, índice de masa corporal.

**Tabla 12.** Características clínicas de los grupos de intervención y control al inicio del estudio.

Variable	Grupo Intervención (n=24)	K/S	Grupo Control (n=26)	K/S	Dif. de medias IC[95%]	p
<b>Causa n(%)+</b>						
Traumática	11 (45,80)	-	12 (46,20)	-	-	0,982
No traumática	13 (54,20)		14 (53,80)			
<b>AIS n(%)+</b>						
C	14 (58,30)	-	13 (50)	-	-	0,555
D	10 (41,70)		13 (50)			
<b>Nivel de lesión n(%)**</b>						
T1-T5	5 (20,80)	-	8 (30,80)	-	-	0,370
T6-T12	13 (54,20)		15 (57,70)			
L1-L2	3 (12,50)		1 (3,80)			
L3-L5	3 (12,50)		2 (7,70)			
<b>Tiempo de evolución (días)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	107,70 (42,77)	0,804	95,80 (35,26)	0,992	11,82 [-10,4 a 34,0]	0,290

Notas: \*Variables analizadas mediante t-Student; \*\* Variables analizadas mediante F de Fisher; +Variables analizadas mediante chi cuadrado; K/S: Kolmogorov-Smirnov; GI, grupo intervención; GC, grupo control; n, número de sujetos; D.E., desviación estándar.

Tres participantes del GI y cinco del GC no pudieron realizar las pruebas TUG, 6MWT y 10MWT al inicio del estudio (tabla 13).

**Tabla 13.** Valores de las variables de respuesta de los grupos intervención y control al inicio del estudio.

Variable	Grupo Intervención (n=24)	K/S	Grupo Control (n=26)	K/S	Dif. de medias IC[95%]	p
<b>BBS (0-56)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	(n=24) 22,21 (13,21)	0,463	(n=26) 23,38 (11,54)	0,502	-1,18 [-8,21 a 5,86]	0,738
<b>TUG (s.)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	(n=21) 37,90 (28,25)	0,471	(n=21) 34,62 (23,54)	0,200	3,29 [-12,93 a 19,50]	0,684
<b>6MWT (m.)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	(n=21) 140,5 (81,80)	0,754	(n=21) 132,5 (78,2)	0,678	7,94 [-42,59 a 58,48]	0,752
<b>10MWT (s.)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	(n=21) 32,9 (23,0)	0,690	(n=21) 29,4 (23,3)	0,130	3,48 [-10,95 a 17,91]	0,629
<b>WISCI-II (0-19)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	(n=24) 8,79 (4,93)	0,677	(n=26) 10,15 (4,75)	0,187	-1,36 [-4,12 a 1,39]	0,325
	(n=24)		(n=26)			

Variable	Grupo Intervención (n=24)	K/S	Grupo Control (n=26)	K/S	Dif. de medias IC[95%]	p
<b>Índice EQ-5D (0-1)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	0,50 (0,34)	0,094	0,39 (0,35)	0,293	0,11 [-0,08 a 0,31]	0,259
<b>EQ-5D-5L Salud Hoy (0-100)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	60,83 (16,85)	0,303	55,58 (19,86)	0,908	5,25 [-5,26 a 15,78]	0,320
<b>QLI-SCI Total (0-30)</b> $\bar{x}$ (D.E.)*	20,91 (3,57)	0,955	22,78 (4,10)	0,812	-1,86 [-4,06 a 0,32]	0,094

Notas: \*Variables analizadas mediante t-Student; K/S: Kolmogorov-Smirnov; GI, grupo intervención; GC, grupo control;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar; s, segundos; m, metros; BBS, Berg Balance Scale; TUG, Time Up and Go; 6MWT, 6 Minute Walk Test; 10MWT, 10 Meter Walk test; WISCI-II, Walking Index for Spinal Cord Injury II; EQ-5D, EuroQol-5 Dimensions; QLI-SCI, Quality of live- Spinal Cord Injury.

## 6.3 Eficacia de la intervención

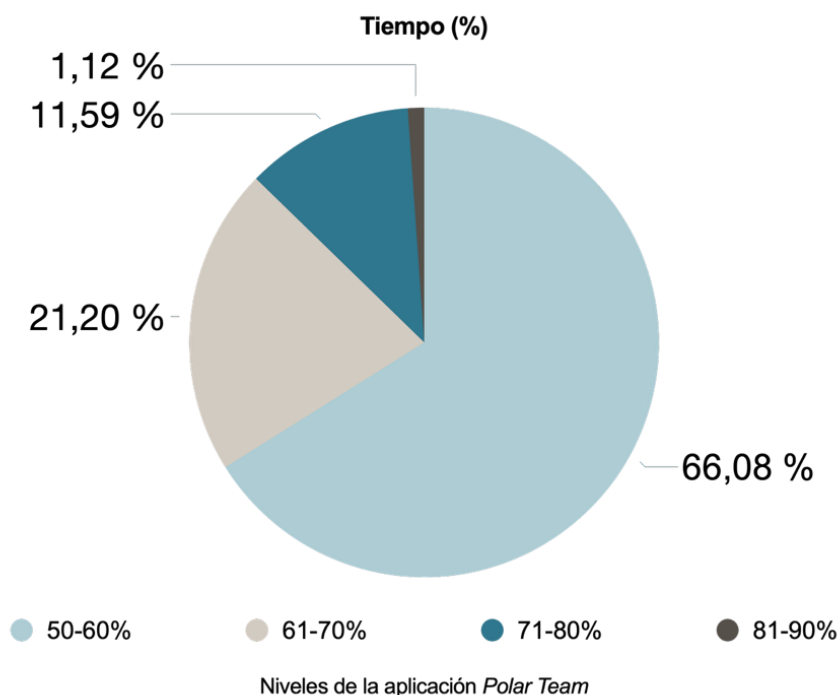
### 6.3.1 Cumplimiento del protocolo

La intervención se realizó según el protocolo establecido en la metodología. La FA fue bien tolerada y no se observaron efectos adversos producidos por la misma.

Se han recogido las intensidades medidas por la aplicación *Polar Team* de todas las sesiones de FA realizadas por los 24 participantes. El porcentaje de la FC media del GI a la que se realizó la intervención de FA fue de 57,95%, hallándose dentro de un trabajo entre el 60-70% de la FCmax.

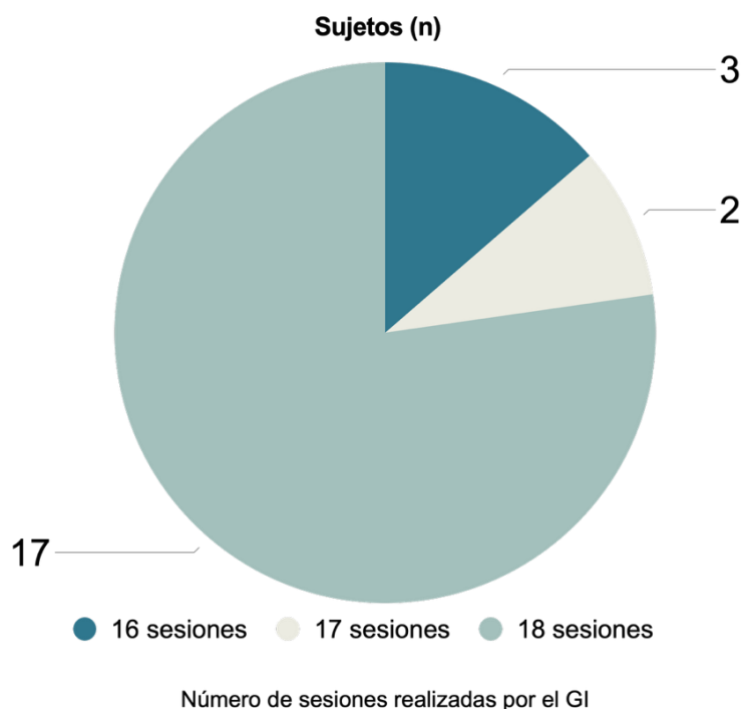
En la figura 27 se describe la distribución temporal media de cada intensidad a la que se realizó la intervención de FA. La aplicación *Polar Team* divide la intensidad del entrenamiento en cinco niveles calculados en función de la FCmax de cada participante. Más de la mitad del tiempo (66,07%) se correspondió con la fase 2 de la intervención, donde se trabajó a una intensidad de hasta el 60% de la FCmax. El 21,20% del tiempo total de las sesiones de FA se corresponde con la fase 3, donde los sujetos trabajaban con una intensidad inicial del 60% de la FCmax. y se progresaba hasta 70%. En el 11,59% del tiempo se trabajó con

intensidades de 71 a 80% de la FCmax. y corresponde a parte de la fase 3 en la que los sujetos AIS D con un balance muscular de 4-5/5 en la escala Daniels pudieron alcanzar estas intensidades. El 1,12% del tiempo restante corresponde al tiempo de la fase 3 en el que algunos sujetos sobrepasaban la intensidad del 81% de su FC. En estos casos se le solicitó que redujeran la intensidad de manera progresiva hasta volver al nivel pautado.



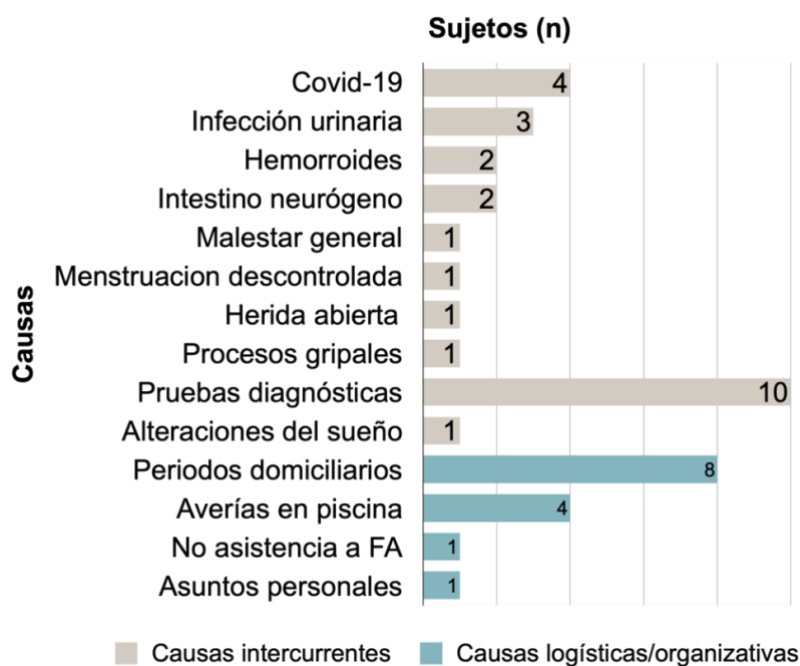
**Figura 27.** Distribución del tiempo de las sesiones en niveles de intensidad del ejercicio según Polar Team.

En la figura 28 se observa el número de sesiones realizadas por los participantes. El 70,8% de los participantes completaron el protocolo cumpliendo las 18 sesiones de FA. A lo largo del estudio, dos participantes del grupo de intervención tuvieron que interrumpir el protocolo, por lo que realizaron menos de 16 sesiones y no se tuvieron en cuenta para el análisis estadístico.



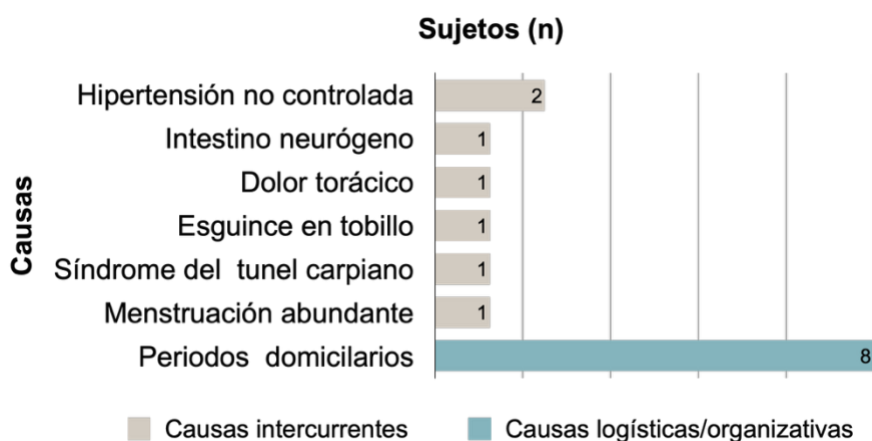
**Figura 28.** Número de sujetos y sesiones realizadas de FA del grupo intervención.

En el GI, cuando fue necesario se modificó la distribución semanal de las sesiones. Las causas de estas modificaciones están relacionadas con la presencia de enfermedades intercurrentes o complicaciones de la LME, o bien con aspectos logísticos u organizativos (figura 29), siendo el motivo más frecuente la coincidencia de la FA con la realización de pruebas diagnósticas y los periodos domiciliarios, que desde el propio hospital se facilita a los sujetos ingresados.



**Figura 29.** Causas y número de sujetos que han modificado la distribución temporal de las sesiones en el grupo intervención.

Durante el tiempo del estudio, en el GC también se produjeron enfermedades intercurrentes o cuestiones organizativas (figura 30), produciéndose también alteraciones en su tratamiento habitual, siendo la causa más frecuente los periodos de estancia domiciliaria. Pero en todos los casos se pudo realizar la evaluación final.



**Figura 30.** Causas y número de sujetos que han modificado la distribución temporal de las sesiones en el grupo control.

### 6.3.2 Eficacia en el equilibrio

El equilibrio se evaluó con las pruebas BBS, TUG y posturografía. En la tabla 14 se recoge el número y porcentaje de sujetos que modificaron sus valores iniciales al menos un 20% de las pruebas de equilibrio (BBS y TUG) al final del estudio.

En el caso del BBS, una mayor puntuación significa mejor estado en el equilibrio del sujeto, por lo que se ha considerado mejoría cuando la puntuación en esta prueba al final del estudio era al menos un 20% mayor que al inicio. Los resultados muestran que el porcentaje de sujetos que mejoraron, al menos un 20% su puntuación en el BBS es mayor en el GI que en el control (68,2% vs 38,5%), siendo el porcentaje de sujetos que mejoran en el GI 1,77 veces el porcentaje de los que mejoran en el GC; es decir, la probabilidad de mejorar al menos un 20% en el GI fue un 77% mayor que en el GC y estos cambios son estadísticamente significativos.

**Tabla 14.** Sujetos que modifican al menos un 20% los resultados de las variables de equilibrio.

	Mejoría $\geq$ 20%	Mejoría $<$ 20%	R.R. IC[95%]	p
<b>BBS* n(%)</b>				
<b>Grupo Intervención</b> (n=22)	15 (68,20)	7 (31,80)	1.773 [1,01 a 3,11]	<b>0,040</b>
<b>Grupo Control</b> (n=26)	10 (38,50)	16 (61,50)	1	
<b>TUG* n(%)</b>				
<b>Grupo Intervención</b> (n=19)	8 (42,10)	11 (57,90)	0,553 [0,32 a 0,99]	<b>0,028</b>
<b>Grupo Control</b> (n=21)	16 (76,20)	5 (23,80)	1	

Notas: \*Variables analizadas mediante chi cuadrado; BBS, Berg Balance Scale; TUG, Time Up and Go; n, número de sujetos.

En el caso del TUG, se considera favorable el que se necesite menor tiempo para realizar la prueba, por tanto, se ha considerado mejoría cuando el tiempo empleado en realizar la prueba al final del estudio era al menos un 20% menor que al inicio. Los resultados de esta prueba muestran un menor porcentaje de sujetos que mejoran en el GI (42,10% vs 76,20%), siendo el porcentaje de

sujetos que mejoran en el GC 0,5 veces el porcentaje de los que mejoran en el GI, siendo la diferencia estadísticamente significativa.

Para analizar si existe relación entre mejorar un 20% el BBS y el TUG con el resto de las variables sociodemográficas y clínicas se ha realizado un análisis univariado cuyos resultados para el BBS se recogen en la tabla 15.

En la tabla 15 se observa que los sujetos que mejoraron un 20% o más el BBS tenían una edad media 8 años menor, por lo que se decidió categorizar la variable edad en menor y mayor o igual de 40 años. El porcentaje de sujetos que mejoraron al menos un 20% fue mayor en los menores de 40 años (76,60% vs 57,10%). También se observó que hubo un mayor porcentaje de sujetos que mejoraron entre los que tenían niveles de lesión inferiores a T6 (63,30% vs 33,30%).

**Tabla 15.** Análisis univariado de BBS.

Variable (n=48)	Mejoría ≥ 20% BBS	Mejoría <20%BBS	Dif. de medias [IC95%]	R.R. [IC95%]	P
<b>Edad</b> $\bar{x}$ (D.E.)	45,5 (14,40)	53,7 (10,60)	-8,13 [-15,50 a -0,70]		<b>0,032</b>
<b>Edad categorizada n(%)</b>					
<40 años	10 (76,90)	3(23,10)		1,795 [1,10 a 2,91]	<b>0,036</b>
≥ 40 años	20(57,10)	15(42,90)		1	
<b>Sexo n(%)</b>					
Varón	15 (55,60)	12 (44,40)		1,17 [0,67 a 2,04]	0,585
Mujer	10 (47,60)	11 (52,40)		1	
<b>IMC</b> $\bar{x}$ (D.E.)	25,72 (4,39)	26,92 (5,47)	-1,19 [-4,06 a 1,68]		0,408
<b>Tabaco n(%)</b>					
Sí	4 (16)	21 (84)		0,61 [0,20 a 1,90]	0,390
No	6 (26,10)	17 (73,90)		1	
<b>Tiempo de evolución (días)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	105 (47,40)	99,1 (30)	5,87 [-17,42 a 29,16]		0,614
<b>Ejercicio antes de</b>	5,28 (8,26)	3,96 (3,82)	1,32 [-2,47 a 5,12]		0,486

Variable (n=48)	Mejoría $\geq$ 20% BBS	Mejoría <20%BBS	Dif. de medias [IC95%]	R.R. [IC95%]	p
<b>lesión (horas)</b> $\bar{x}$ (D.E.)					
<b>AIS n(%)</b>					
C	16 (59,30)	11 (40,70)		1,38 [0,77 a 2,48]	0,259
D	9 (42,90)	12 (57,10)		1	
<b>Nivel lesión T1- T6 vs inferior n(%)</b>					
T1-T6	6 (33,30)	12 (66,70)		0,53 [0,26 a 1,07]	<b>0,044</b>
Inferior	19 (63,30)	11 (36,70)		1	
<b>Causa de lesión n(%)</b>					
No traumática	11 (42,30)	15 (57,70)		0,66 [0,38 a 1,15]	0,141
Traumática	14 (63,60)	8 (36,40)		1	
<b>Intervención n(%)</b>					
Sí	15 (68,20)	7 (31,80)		1,77 [1,01 a 3,11]	<b>0,040</b>
No	10 (38,50)	16(61,50)		1	

Notas: BBS, Berg Balance Scale; IC, intervalo de confianza; R.R., riesgo relativo;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar, n, número de sujetos; IMC, índice de masa corporal; AIS, ASIA Impairment Scale.

Para precisar el efecto detectado en el análisis univariado, descartar la existencia de interacciones entre variables, y la posible presencia de variables confusoras, se realizó un análisis multivariado mediante regresión logística tomando como variable dependiente la presencia de respuesta (mejoría de al menos 20% en BBS). Y como variables independientes, el grupo, la edad categorizada en menores o mayores de 40 años, el nivel de lesión T1 a T6 frente a los inferiores por ser las que resultaron significativas en el análisis univariado. También se incluyeron el tiempo desde la lesión y la causa de la lesión por considerar que podían ser importantes desde el punto de vista clínico (tabla 16). Se realizó una modelización, introduciendo inicialmente todas las variables independientes y eliminando por pasos sucesivamente las que mostraban menor significación estadística mediante pruebas de razón de verosimilitud, permaneciendo en el modelo únicamente las que presentaban una  $p < 0,05$ , o cuya presencia hacía variar apreciablemente el valor de la estimación o la precisión de su intervalo de confianza. Las únicas variables que permanecieron en el modelo fueron el grupo

y la edad categorizada en menor o igual o más de 40 años. Los resultados muestran que ambas variables tienen un efecto independiente sobre la variable resultado (mejorar al menos un 20% en BBS). En el caso de la variable grupo el efecto ha sido 3,93 (IC95% de 1,09 a 14,20), es decir, que la probabilidad de mejorar en el GI controlando por la edad es unas 4 veces mayor que en el GC. En el caso de la variable edad categorizada el efecto ha sido de 5,16 (IC95% de 1,11 a 24,04), es decir, que la probabilidad de mejorar en los sujetos menores de 40 años controlando por la intervención es aproximadamente 5 veces mayor que en los sujetos mayores de 40 años. Para resaltar este efecto se calcularon las proporciones de mejoría en los cuatro estratos obtenidos según estas dos variables, y los resultados se muestran en la tabla 17. Como se puede comprobar la probabilidad de mejorar al menos un 20% el BBS es casi del 90% en los sujetos jóvenes que realizaron la FA, mientras que en los que no la realizaron en este mismo grupo de edad la probabilidad fue del 66,78%.

**Tabla 16.** Análisis multivariado en BBS.

	BBS	p	Exp (B)	[IC95%]
Paso 1 <sup>a</sup>	Grupo	0,074	3,58	[0,88 a 14,50]
	< o ≥ 40 años	0,044	6,12	[1,05 a 35,67]
	T1-T6 vs inferior	0,147	2,77	[0,69 a 11,01]
	Tiempo desde la lesión	0,292	1,01	[0,99 a 1,01]
	Causa T/NT	0,311	0,50	[0,13 a 1,91]
	Constante	0,071	0,14	
Paso 2 <sup>a</sup>	Grupo	0,088	3,29	[0,84 a 12,93]
	< o ≥ 40 años	0,035	6,38	[1,13 a 35,93]
	T1-T6 vs inferior	0,113	2,98	[0,77 a 11,52]
	Causa T/NT	0,297	1,01	[0,99 a 1,01]
	Constante	0,020	0,09	
Paso 3 <sup>a</sup>	Grupo	0,059	3,61	[0,95 a 13,74]
	< o ≥ 40 años	0,040	5,57	[1,08 a 28,79]
	T1-T6 vs inferior	0,101	3,06	[0,80 a 11,64]
	Constante	0,016	0,20	
Paso 4 <sup>a</sup>	Grupo	<b>0,036</b>	3,93	[1,09 a 14,12]
	< o ≥ 40 años	<b>0,037</b>	5,16	[1,11 a 24,04]
	Constante	0,053	0,39	

Notas: <sup>a</sup>. Variable(s) introducida(s) en el paso 1.; Exp (B), odds ratio; IC, intervalo de confianza.

**Tabla 17.** Probabilidad de mejorar al menos un 20% en el BBS según grupo y edad.

Grupo	Edad	>20% de mejora
Grupo Intervención	< 40 años	88,76%
	≥ 40 años	60,47%
Grupo Control	< 40 años	66,78%
	≥ 40 años	28,03%

En el análisis univariado realizado en la prueba TUG (tabla 18) se observa que ninguna variable sociodemográfica o clínica se relacionó con mejorar un 20% o más el TUG.

**Tabla 18.** Análisis univariado de TUG.

Variable (n=40)	Mejoría ≥ 20% TUG	Mejoría <20%TUG	Dif. de medias [IC95%]	R.R. [IC95%]	p
<b>Edad</b> $\bar{x}$ (D.E.)	49,12 (14,10)	48,81 (13,48)	0,31 [-8,74 a 9,37]		0,945
<b>Sexo</b> n(%)					
Varón	14 (58,30)	10 (41,70)		0,93 [0,56 a 1,55]	0,792
Mujer	10 (62,50)	6 (37,50)		1	
<b>IMC</b> $\bar{x}$ (D.E.)	26,55 (4,54)	27,19 (5,81)	-0,64 [-3,96 a 2,68]		0,698
<b>Tabaco</b> n(%)**					
Sí	4 (50)	4 (50)		0,80 [0,38 a 1,68]	0,690
No	20 (62,50)	12 (37,50)		1	
<b>Tiempo de evolución (días)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	101,2 (35,77)	104,3 (49,84)	-3,08 [-30,46 a 24,29]		0,821
<b>Ejercicio antes de lesión (horas)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	5,37 (7,66)	4,12 (5,75)	1,25 [-3,30 a 5,80]		0,582
<b>AIS</b> n(%)					
C	14 (66,70)	7 (33,30)		1,27 [0,75 a 2,14]	0,366
D	10 (52,60)	9 (47,40)		1	
<b>Nivel lesión T1- T6 vs inferior</b> n(%)					
T1-T6	12 (75)	4 (25)		1,50 [0,92 a 2,45]	0,114

<b>Variable (n=40)</b>	<b>Mejoría ≥ 20% TUG</b>	<b>Mejoría &lt;20%TUG</b>	<b>Dif. de medias [IC95%]</b>	<b>R.R. [IC95%]</b>	<b>p</b>
<i>Inferior</i>	12 (50)	12 (50)		1	
<b>Causa de lesión n(%)</b>					
<i>No traumática</i>	13 (61,90)	8 (38,10)		1,07 [0,64 a 1,78]	0,796
<i>Traumática</i>	11 (57,90)	8 (42,10)		1	
<b>Intervención n(%)</b>					
<i>Si</i>	8 (42,10)	11 (57,90)		0,55 [0,31 a 0,99]	<b>0,028</b>
<i>No</i>	16 (76,20)	5 (23,80)		1	

Notas: TUG, Time Up and Go; IC, intervalo de confianza; R.R., riesgo relativo;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar, n, número de sujetos; IMC, índice de masa corporal; AIS, ASIA Impairment Scale; \*\*, variable analizada por F de Fisher.

Aunque en el análisis univariado realizado en la prueba TUG (tabla 18), solamente la variable grupo se relaciona con la mejoría del 20%, se realizó un análisis multivariado similar al realizado para la prueba BBS e incluyendo las mismas variables, y no se obtuvo significación, ni ajuste en ningún caso, permaneciendo solo en el modelo el grupo.

Se calculó el efecto atribuible a la intervención para las pruebas BBS y TUG (tabla 19). Para ello se han utilizado los datos de los participantes que pudieron realizar las pruebas al inicio y al final del estudio. Los resultados que ambos grupos mejoran sus puntuaciones al final de la intervención tanto en el BBS como en el TUG, y esta mejoría es estadísticamente significativa en ambos grupos. Pero al comparar la mejoría obtenida por el GI y la obtenida por el GC no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 19.** Efecto atribuible a la intervención en las variables de equilibrio.

Variable	Grupo Intervención			Grupo Control			Efecto atribuible A-B IC [95%]
	Inicial	Final	A Dif de medias IC[95%]	Inicial	Final	B Dif de medias IC[95%]	
<b>BBS</b> (0-56) $\bar{x}$ (D.E.)	(n=22) 20,82 (12,76)	(n=22) 26,32 (13,27)	5,50 [3,36 a 7,64]	(n=26) 23,38 (11,54)	(n=26) 31,38 (12,21)	8,00 [3,90 a 12,10]	-2,50 [-7,04 a 2,04]
<b>TUG (s.)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	(n=19) 40,32 (28,60)	(n=19) 30,47 (18,37)	9,84 [0,73 a 18,95]	(n=21) 34,62 (23,54)	(n=21) 25,57 (18,07)	9,04 [4,55 a 13,54]	0,79 [-8,72 a 10,73]

Notas: IC, Intervalo de confianza; s., segundos;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar.

El equilibrio estático también se valoró mediante posturografía. En este caso, se pudieron analizar las pruebas de ROA, RGA y ROC. La prueba de RGC no se pudo analizar, ya que solamente 3 sujetos pudieron realizarla, resultando insuficiente para hacer el análisis estadístico.

Los parámetros analizados en cada una de las condiciones fueron área de barrida, desplazamiento y fuerza ML (eje X) y desplazamiento y fuerza AP (eje Y). En el caso del área de barrida, desplazamiento ML y AP, una menor puntuación significa un mejor estado del sujeto, por lo que se ha considerado mejoría cuando la puntuación obtenida en esta prueba al finalizar era al menos un 20% menor que al inicio. En el caso de las fuerzas ML y AP se consideró mejoría cuando la puntuación obtenida al finalizar el estudio era al menos un 20% menor que al inicio, ya que se considera favorable necesitar menos fuerza para mantener el equilibrio.

La prueba de ROA pudieron realizarla 11 sujetos del GI y 14 del GC, y no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los valores analizados (tabla 20).

**Tabla 20.** Sujetos que modifican al menos un 20% la prueba de Romberg ojos abiertos.

<b>Posturografía ROA</b>	<b>Mejoría ≥ 20% n(%)</b>	<b>Mejoría &lt;20% n(%)</b>	<b>R.R. IC[95%]</b>	<b>p</b>
<b>Área de barrida</b>				
<b>GI (n=11)</b>	6 (54,50)	5 (45,50)	1,53 [0,63 a 3,70]	0,346
<b>GC (n=14)</b>	5 (35,70)	9 (64,30)	1	
<b>Desplazamiento ML</b>				
<b>GI (n=11)</b>	3 (27,30)	8 (72,70)	0,76 [0,23 a 2,52]	0,653
<b>GC (n=14)</b>	5 (35,70)	9 (64,30)	1	
<b>Fuerza ML</b>				
<b>GI (n=11)</b>	3 (27,30)	8 (72,70)	0,54 [ 0,18 a 1,63]	0,250
<b>GC (n=14)</b>	7 (50)	7 (50)	1	
<b>Desplazamiento AP</b>				
<b>GI (n=11)</b>	1 (9,10)	10 (90,9)	0,25 [0,03 a 1,87]	0,122
<b>GC (n=14)</b>	5 (35,70)	9 (64,3)	1	
<b>Fuerza AP</b>				
<b>GI (n=11)</b>	3 (27,30)	8 (72,70)	0,64 [0,20 a 1,99]	0,420
<b>GC (n=14)</b>	6 (42,90)	8 (57,10)	1	

Notas: ROA, Romberg ojos abiertos; GI, grupo intervención; GC, grupo control; n, número de sujetos; ML, mediolateral; AP, anteroposterior; variables analizadas mediante Chi cuadrado.

En la prueba de ROC, sólo hubo 7 sujetos en el GI y 9 sujetos en el GC que pudieron realizar la prueba. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguno de los parámetros analizados. En ambos grupos el número de sujetos que alcanzaron una mejora del 20% o más en todos los parámetros fue muy escaso (tabla 21).

**Tabla 21.** Sujetos que modifican al menos un 20% la prueba de Romberg ojos cerrados.

<b>Posturografía ROC</b>	<b>Mejoría <math>\geq 20\%</math> n(%)</b>	<b>Mejoría <math>&lt;20\%</math> n(%)</b>	<b>R.R. IC[95%]</b>	<b>p</b>
<b>Área de barrida</b>				
GI (n=7)	2 (28,60)	5 (71,40)	0,64 [0,16 a 2,55]	0,515
GC (n=9)	4 (44,40)	5 (55,60)	1	
<b>Desplazamiento ML</b>				
GI (n=7)	1 (14,30)	6 (85,70)	0,43 [0,06 a 3,28]	0,383
GC (n=9)	3 (33,30)	6 (66,70)	1	
<b>Fuerza ML</b>				
GI (n=7)	2 (28,60)	5 (71,40)	1,29 [0,24 a 6,99]	0,771
GC (n=9)	2 (22,20)	7 (77,80)	1	
<b>Desplazamiento AP</b>				
GI (n=7)	0 (0)	7 (100)	-	0,090
GC (n=9)	3 (33,30)	6 (66,70)	1	
<b>Fuerza AP</b>				
GI (n=7)	1 (14,30)	6 (85,70)	0,64 [0,07 a 5,73]	0,687
GC (n=9)	2 (22,20)	7 (77,80)	1	

Notas: ROC, Romberg ojos cerrados; GI, grupo intervención; GC, grupo control; n, número de sujetos; ML, mediolateral; AP, anteroposterior; variables analizadas mediante Chi cuadrado.

La prueba de RGA pudieron realizarla el mismo número de sujetos que la prueba ROA. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguno de los parámetros analizados (tabla 22). Aunque, el porcentaje de sujetos que mejoraron al menos un 20% respecto a sus puntuaciones iniciales fue mayor en el GI en todos los parámetros.

**Tabla 22.** Sujetos que modifican al menos un 20% la prueba de Romberg ojos abiertos en plano inestable de gomaespuma.

<b>Posturografía RGA n (%)</b>	<b>Mejoría ≥ 20%</b>	<b>Mejoría &lt;20%</b>	<b>R.R. IC[95%]</b>	<b>p</b>
<b>Área de barrida</b>				
GI (n=8)	6 (75)	2 (25)	1,50 [0,72 a 3,13]	0,280
GC (n=10)	5 (50)	5 (50)	1	
<b>Desplazamiento ML</b>				
GI (n=8)	4 (50)	4 (50)	4,44 [0,60 a 32,76]	0,060
GC (n=10)	1 (10)	9 (90)	1	
<b>Fuerza ML</b>				
GI (n=8)	3 (37,50)	5 (62,50)	1,25 [0,34 a 4,60]	0,737
GC (n=10)	3 (30)	7 (70)	1	
<b>Desplazamiento AP</b>				
GI (n=8)	5 (62,50)	3 (37,50)	3,12 [0,81 a 12,06]	0,066
GC (n=10)	2 (20)	8 (80)	1	
<b>Fuerza AP</b>				
GI (n=8)	3 (37,50)	5 (62,50)	1,25 [0,34 a 4,60]	0,737
GC (n=10)	3 (30)	7 (70)	1	

Notas: RGA, romberg gomaespuma ojos abiertos; n, número de sujetos; ML, mediolateral; AP, anteroposterior; variables analizadas mediante Chi cuadrado.

Se analizó el efecto atribuible a la intervención en las pruebas ROA, ROC y RGA (tablas, 23, 24 y 25). Solamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas a favor del GI en el desplazamiento ML de la prueba RGA (tabla 25). En esta misma prueba se observó que en el resto de los parámetros la mejoría fue mayor en el GI, aunque en estos casos no se alcanzó la significación estadística. Por el contrario, en la prueba ROA la mejoría de todos los parámetros fue mayor en el GC, aunque las diferencias entre los grupos no fueron estadísticamente significativas en ninguno de los parámetros (tabla 23). En el caso de la prueba ROC tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguno de los parámetros, pero los resultados encontrados fueron variables según el parámetro analizado. Así, la mejoría en el desplazamiento ML y fuerza ML fue mayor en el GI, mientras en el GC la mejoría fue mayor en el área de barrida, el desplazamiento AP y fuerza AP (tabla 23).

**Tabla 23.** Efecto atribuible a la intervención en las variables de la prueba Romberg ojos abiertos.

Variable ROA	Grupo Intervención (n=11)			Grupo Control (n=14)			Efecto atribuible A-B IC [95%]
	Inicial	Final	A Dif. Medias [IC 95%]	Inicial	Final	B Dif. Medias [IC 95%]	
<b>Área de barrida</b> (mm <sup>2</sup> ) $\bar{x}$ (D.E.)	127,99 (66,67)	109,00 (52,21)	18,99 [-4,87 a 42,85]	212,11 (263,44)	131,53 (73,52)	80,57 [-43,53 a 204,67]	-61,58 [-197,67 a 74,51]
<b>Desplazamiento</b> <b>ML (mm)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	28,35 (11,79)	25,03 (7,60)	3,31 [-0,80 a 7,43]	31,77 (17,80)	25,78 (9,30)	6,00 [-1,30 a 13,30]	-2,68 [-10,72 a 5,35]
<b>Fuerza ML (N)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	10,61 (7,22)	9,08 (4,07)	1,60 [-0,87 a 4,07]	10,56 (6,92)	8,11 (4,16)	2,44 [0,26 a 4,62]*	-0,84 [-3,95 a 2,27]
<b>Desplazamiento</b> <b>AP (mm)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	32,65 (7,21)	31,38 (7,76)	1,27 [-1,12 a 3,66]	43,01 (24,17)	36,54 (11,48)	6,47 [-3,87 a 16,81]	-5,20 [-16,59 a 6,19]
<b>Fuerza AP (N)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	11,58 (5,97)	10,63 (4,93)	0,94 [-1,85 a 3,74]	14,04 (10,59)	11,25 (5,25)	2,78 [-1,32 a 6,89]	-1,84 [-6,84 a 3,16]

Notas: ROA, Romberg ojos abiertos; mm, milímetros, mm<sup>2</sup>, milímetros cuadrados; N, newtons.

**Tabla 24.** Efecto atribuible a la intervención en las variables de la prueba Romberg ojos cerrados.

Variable ROC	Grupo Intervención (n=7)			Grupo Control (n=9)			Efecto atribuible A-B IC [95%]
	Inicial	Final	A Dif. Medias [IC 95%]	Inicial	Final	B Dif. Medias [IC 95%]	
<b>Área de barrida (mm<sup>2</sup>)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	465,27 (221,55)	412,71 (221,88)	52,56 [-28,19 a 133,32]	313,37 (189,05)	259,65 (178,32)	53,72 [1,33 a 106,12]*	-1,16 [-89,20 a 86,88]
<b>Desplazamiento ML (mm)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	60,73 (21,03)	54,88 (17,49)	5,84 [-5,83 a 17,51]	46,44 (16,65)	41,47 (15,92)	4,97 [-1,54 a 11,49]	0,86 [-11,48 a 13,211]
<b>Fuerza ML (N)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	22,94 (13,67)	20,08 (8,67)	2,85 [-5,07 a 10,78]	14,44 (7,42)	12,22 (5,59)	2,22 [-0,84 a 5,29]	0,63 [-7,43 a 8,70]
<b>Desplazamiento AP (mm)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	55,71 (15,23)	51,39 (13,26)	4,32 [0,05 a 8,61]*	48,88 (14,49)	42,97 (12,85)	5,91 [0,17 a 11,65]*	-1,58 [-8,13 a 4,96]
<b>Fuerza AP (N)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	21,68 (10,68)	20,94 (8,36)	0,74 [-4,11 a 5,60]	16,39 (5,11)	14,23 (3,74)	2,15 [-0,20 a 5,51]	-1,41 [-6,45 a 3,62]

Notas: RGA, Romberg gomaespuma ojos abiertos; mm, milímetros, mm<sup>2</sup>, milímetros cuadrados; N, newtons; \*significación estadística ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 25.** Efecto atribuible a la intervención en las variables de la prueba Romberg ojos abiertos con gomaespuma.

Variable RGA	Grupo Intervención (n=8)			Grupo Control (n=10)			Efecto atribuible A-B IC [95%]
	Inicial	Final	A Dif. Medias [IC 95%]	Inicial	Final	B Dif. Medias [IC 95%]	
<b>Área de barrida (mm<sup>2</sup>)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	260,44 (120,40)	158,51 (42,22)	101,92 [17,63 a 168,21]*	189,86 (90,97)	163,91 (93,49)	25,95 [-12,83 a 64,73]	75,97 [-11,94 a 193,89]
<b>Desplazamiento ML (mm)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	42,03 (11,33)	32,27 (4,42)	9,73 [3,35 a 16,12]*	31,41 (9,60)	30,73 (8,67)	0,68 [-2,55 a 3,9]	9,05 [2,94 a 15,17]*
<b>Fuerza ML (N)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	20,05 (14,00)	13,74 (2,31)	6,31 [-4,51 a 19,99]	12,85 (4,84)	11,28 (3,57)	1,57 [0,36 a 2,78]*	4,74 -3,84 a 13,33]
<b>Desplazamiento AP (mm)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	45,29 (8,77)	39,27 (5,14)	6,01 [-1,24 a 13,26]	43,20 (10,44)	39,74 (14,18)	3,46 [-2,30 a 9,22]	2,55 [-5,96 a 11,07]
<b>Fuerza AP (N)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	20,55 (11,15)	17,46 (6,63)	3,08 [-5,74 a 11,92]	16,70 (7,60)	13,99 (6,54)	2,71 [0,51 a 4,91]*	0,38 [-7,02 a 7,78]

Notas: ROC, Romberg ojos cerrados; mm, milímetros, mm<sup>2</sup>; milímetros cuadrados; N, newtons, \*significación estadística ( $p < 0,05$ ).

En la tabla 26 se recogen las medias de los datos iniciales y finales obtenidos en la prueba RGC. Como ya se ha comentado, el reducido número de participantes que pudieron realizar esta prueba no permitió realizar el análisis estadístico. Por lo que se describe la media y desviación estándar, siendo dos sujetos tanto al inicio como al final en el GI y en el GC un sujeto al inicio y cuatro al finalizar.

**Tabla 26.** Resultados iniciales y finales de la prueba Romberg ojos cerrados con gomaespuma por grupos.

<b>Variable RGC</b>	<b>Grupo Intervención</b>		<b>Grupo Control</b>	
	<i>Inicial (n=2)</i>	<i>Final (n=2)</i>	<i>Inicial (n=1)</i>	<i>Final (n=4)</i>
<b>Área de barrida (mm<sup>2</sup>)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	916,62 (260,24)	1163,99 (379,54)	995,79	871,35 (406,24)
<b>Desplazamiento ML (mm)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	81,65 (16,05)	82,95 (0,07)	79,60	78,80 (14,03)
<b>Fuerza ML (N)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	31,90 (5,23)	33,25 (6,29)	27,00	32,47 (3,37)
<b>Desplazamiento AP (mm)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	77,25 (11,52)	95,65 (29,20)	90,60	74,82 (23,06)
<b>Fuerza AP (N)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	34,95 (4,17)	35,40 (6,50)	48,40	37,17 (7,41)

Notas: RGC, Romberg gomaespuma ojos cerrados; mm, milímetros, mm<sup>2</sup>, milímetros cuadrados; N, newton

### 6.3.3 Eficacia sobre la marcha

La marcha se evaluó con las pruebas 6MWT, 10MWT y WISCI-II. En la tabla 27 se muestra el número y porcentaje de sujetos que modificaron sus valores iniciales en las pruebas de marcha un 20% o más.

En la prueba 6MWT se ha considerado mejoría cuando la distancia recorrida al final del estudio fue igual o superior a un 20% con respecto al inicio del estudio. Esta prueba pudieron realizarla 19 sujetos del GI y 21 del GC. Los resultados muestran que el porcentaje de sujetos que mejoraron fue superior en el GC (85,7% vs 52,6%) y esta diferencia fue estadísticamente significativa (tabla 27).

En la prueba 10MWT se ha considerado mejoría cuando el tiempo total empleado en caminar diez metros al finalizar el estudio fue inferior a un 20% con respecto al inicio. En esta prueba el porcentaje de sujetos que mejoraron fue superior en

el GC (66,7% vs 47,4%) pero la diferencia no fue estadísticamente significativa (tabla 27).

En el caso de la escala WISCI-II se consideró mejoría cuando la puntuación al finalizar el estudio fue superior al menos un 20% en comparación con la puntuación inicial. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, aunque el porcentaje de sujetos que mejoraron fue superior en el GI (72,70% vs 57,70%) (tabla 27).

**Tabla 27.** Sujetos que modifican al menos un 20% las variables de marcha.

	Mejoría $\geq$ 20%	Mejoría $<$ 20%	R.R. IC[95%]	p
<b>6MWT* n(%)</b>				
<b>GI (n=19)</b>	10 (52,60)	9 (47,40)	0,614 [0,38 a 0,97]	<b>0,023</b>
<b>GC (n=21)</b>	18 (85,70)	3 (14,30)	1	
<b>10MWT* n(%)</b>				
<b>GI (n=19)</b>	9 (47,40)	10 (52,60)	0,711 [0,40 a 1,25]	0,218
<b>GC (n=21)</b>	14 (66,70)	7 (33,30)	1	
<b>WISCI-II* n(%)</b>				
<b>GI (n=22)</b>	16 (72,70)	6 (27,30)	1,261 [0,83 a 1,91]	0,278
<b>GC (n=26)</b>	15 (57,70)	11 (42,30)	1	

Notas: GI, grupo intervención; GC, grupo control; \*Variables analizadas mediante Chi cuadrado; n, número de sujetos.

Al igual que se hizo con las variables de equilibrio, en las variables de marcha se ha analizado si existe relación entre mejorar al menos un 20% con el resto de las variables sociodemográficas y clínicas. Para ello, se ha realizado un análisis univariado cuyos resultados se muestran en las tablas 28, 29 y 30. Solo se encontró relación estadísticamente significativa entre la prueba 6MWT y la intervención a favor del GC. Aunque no se encontró significación estadística con ninguna de las variables sociodemográficas y clínicas, se decidió realizar un análisis multivariado para la prueba 6MWT, similar al realizado para las pruebas BBS y TUG, incluyendo las mismas variables y no se obtuvo significación, ni ajuste en ningún caso, permaneciendo solo en el modelo el grupo.

**Tabla 28.** Análisis univariado de 6MWT.

Variable (n=40)	Mejoría ≥ 20% 6MWT	Mejoría <20%6MWT	Dif.de medias [IC95%]	R.R. [IC95%]	P
<b>Edad</b> $\bar{x}$ (D.E.)	50,6 (12,90)	44,10 (15,75)	6,60 [-3,29 a16,40]		0,186
<b>Sexo</b> n(%)					
Varón	16 (69,60)	7 (30,40)		0,93 [0,63 a1,37]	0,711
Mujer	12 (75)	4 (25)		1	
<b>IMC</b> $\bar{x}$ (D.E.)	27,16 (5,01)	25,68 (5,34)	1,48 [-2,20 a 5,15]		0,421
<b>Fumador</b> n(%)					
Sí	5 (71,40)	2 (28,60)		0,99 [0,59 a 1,66]	0,981
No	23 (71,90)	9 (28,10)		1	
<b>Tiempo desde la lesión</b> $\bar{x}$ (D.E.)	100,8 (36,43)	113,6 (48,16)	-12,8 [-41,61 a 15,98]		0,373
<b>Horas de ejercicio</b> $\bar{x}$ (D.E.)	4,40 (7,28)	6,50 (6,11)	-2,03 [-7,06 a 3,01]		0,420
<b>AIS</b> n(%)					
C	14 (70)	6 (30)		0,95 [0,64 a1,41]	0,798
D	14 (73,70)	5 (26,30)		1	
<b>Nivel lesión T1- T6 vs inferior</b> n(%)					
T1-T6	13 (81,30)	3(18,80)		1,25 [0,85 a 1,82]	0,274
Inferior	15 (65,20)	8 (34,80)		1	
<b>Causa de lesión</b> n(%)					
No traumática	16 (76,20)	5 (23,80)		1,14 [0,76 a 1,71]	0,510
Traumática	12 (66,70)	6 (33,30)		1	
<b>Intervención</b> n(%)					
Sí	10 (52,60)	9 (47,40)		0,614 [0,39 a 0,97]	<b>0,023</b>
No	18 (85,70)	3 (14,30)		1	

Notas: 6MWT, 6 Minutes Walk test; IC, intervalo de confianza; R.R., riesgo relativo;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar, n, número de sujetos; IMC, índice de masa corporal; AIS, ASIA Impairment Scale.

**Tabla 29.** Análisis univariado de 10MWT.

Variable (n=40)	Mejoría $\geq$ 20% 10MWT	Mejoría <20% 10MWT	Dif. de medias [IC95%]	R.R. [IC95%]	p
<b>Edad</b> $\bar{x}$ (D.E.)	50,20 (14,05)	47,40 (13,41)	2,86 [-6,06 a 11,79]		0,520
<b>Sexo</b> n(%)					
Varón	13 (54,20)	11 (45,80)		0,87 [0,51 a 1,47]	0,601
Mujer	10 (62,50)	6 (37,50)		1	
<b>IMC</b> $\bar{x}$ (D.E.)	26,87 (5,02)	26,71 (5,19)	0,153 [-3,14 a 3,45]		0,925
<b>Fumador</b> n(%)					
Sí	3 (37,50)	5 (62,50)		0,60 [0,23 a 1,53]	0,250
No	20 (62,50)	12 (37,50)		1	
<b>Tiempo desde la lesión</b> $\bar{x}$ (D.E.)	106,50 (34,19)	96,9 (50,10)	9,60 [-17,36 a 36,56]		0,476
<b>Horas de ejercicio</b> $\bar{x}$ (D.E.)	4,80 (8,03)	5 (5,26)	-0,22 [-4,75 a 4,31]		0,923
<b>AIS</b> n(%)					
C	14 (66,70)	7 (33,30)		1,41 [0,80 a 2,47]	0,218
D	9 (47,40)	10 (52,60)		1	
<b>Nivel lesión T1- T6 vs inferior</b> n(%)					
T1-T6	9 (56,30)	7 (43,80)		0,96 [0,56 a 1,67]	0,896
Inferior	14 (58,30)	10 (41,70)		1	
<b>Causa de lesión</b> n(%)					
No traumática	11 (52,40)	10 (47,60)		0,83 [0,49 a 1,41]	0,491
Traumática	12 (63,20)	7 (36,80)		1	
<b>Intervención</b> n(%)					
Sí	9 (47,40)	10 (52,60)		0,71 [0,40 a 1,25]	0,218
No	14 (66,70)	7 (33,30)		1	

Notas: 10MWT, 10 Meter Walk Test; IC, intervalo de confianza; R.R., riesgo relativo;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar, n, número de sujetos; IMC, índice de masa corporal; AIS, ASIA Impairment Scale.

**Tabla 30.** Análisis univariado de WISCI-II

Variable (n=48)	Mejoría ≥ 20% WISCI-II	Mejoría < 20% WISCI-II	Dif.de medias [IC95%]	R.R. [IC95%]	p
<b>Edad</b> $\bar{x}$ (D.E.)	47,30 (13,13)	52,60 (13)	-5,30 [-13,06 a 2,53]		0,180
<b>Sexo</b> n(%)					
Varón	19 (67,90)	9 (32,10)		1,19 [0,76 a 1,86]	0,441
Mujer	12 (57,10)	9 (42,90)		1	
<b>IMC</b> $\bar{x}$ (D.E.)	25,90 (4,60)	27 (5,37)	-1,07 [-3,99 a 1,84]		0,462
<b>Fumador</b> n(%)					
Sí	6 (54,50)	5 (45,50)		0,83 [0,46 a 1,49]	0,496
No	25 (65,8)	13 (34,20)		1	
<b>Tiempo desde la lesión</b> $\bar{x}$ (D.E.)	96,60 (39,96)	111,30(37,47)	-14,69 [-37,99 a 8,61]		0,211
<b>Horas de ejercicio</b> $\bar{x}$ (D.E.)	4,50 (7,33)	4,70 (4,79)	-0,30 [-4,12 a 3,62]		0,889
<b>AIS</b> n(%)					
C	20 (74,10)	7 (25,90)		1,48 [0,92 a 2,38]	0,082
D	11 (50)	11 (50)		1	
<b>Nivel lesión T1- T6 vs inferior</b> n(%)					
T1-T6	12 (66,70)	6 (33,30)		1,09 [0,71 a 1,67]	0,707
Inferior	19 (61,30)	12 (38,70)		1	
<b>Causa de lesión</b> n(%)					
No traumática	15 (57,7)	11 (42,30)		0,83 [0,54 a 1,27]	0,390
Traumática	16 (69,60)	7 (30,40)		1	
<b>Intervención</b> n(%)					
Si	16 (72,7)	6 (27,3)		1,261 [0,83 a 1,91]	0,278
No	15 (57,7)	11 (42,3)		1	

Notas: WISCI-II, Walking Index for Spinal Cord Injury II; IC, intervalo de confianza; R.R., riesgo relativo;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar, n, número de sujetos; IMC, índice de masa corporal; AIS, ASIA Impairment Scale.

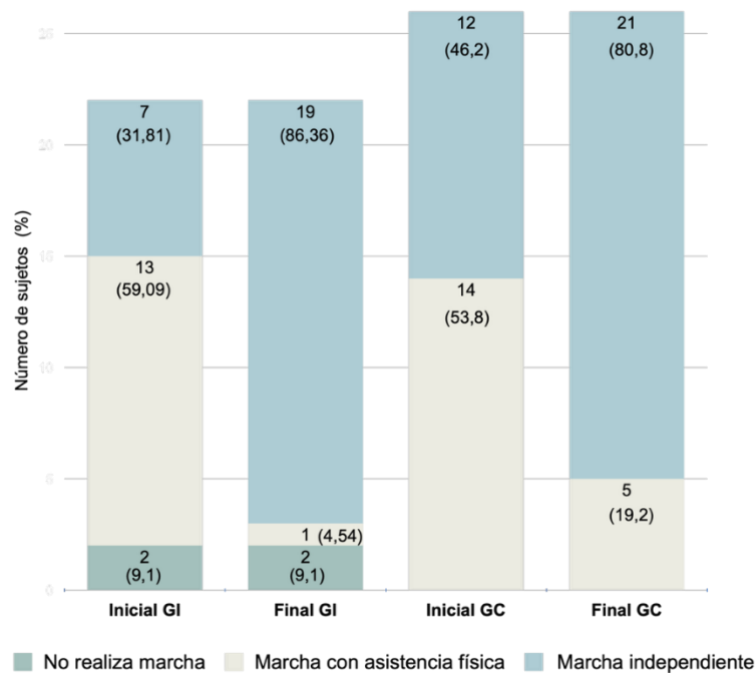
Se calculó el efecto atribuible a la intervención y se observó que ambos grupos mejoraron sus puntuaciones en las tres pruebas de marcha con respecto al inicio del estudio y esta mejoría es estadísticamente significativa en ambos grupos (tabla 31). Comparando los cambios obtenidos entre los grupos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las pruebas. Las velocidades medias calculadas a partir de los datos obtenidos en la prueba 10MWT fueron al inicio del estudio de 0,28 m/s en el GI y de 0,34 m/s en el GC, aumentando en ambos casos 0,12 m/s al final del estudio.

**Tabla 31.** Efecto atribuible a la intervención en las variables de respuesta de marcha.

Variable	Grupo Intervención			Grupo Control			Efecto atribuible A-B IC [95%]
	Inicial	Final	A Dif de medias IC[95%]	Inicial	Final	B Dif de medias IC[95%]	
<b>6MWT (m.)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	(n=19) 129,30 (79,07)	(n=19) 168,05 (89,67)	38,75 [12,29 a 64,58]*	(n=21) 123,54 (78,18)	(n=21) 198,81 (90,91)	66,26 [42,46 a 90,06]*	-27,52 [-61,43 a 6,39]
<b>10MWT (s.)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	(n=19) 34,89 (23,17)	(n=19) 24,73 (13,61)	10,16 [1,85 a 18,46]*	(n=21) 29,38 (23,32)	(n=21) 21,57 (16,54)	7,81 [3,28 a 12,33]*	2,35 [-6,55 a 11,24]
<b>WISCI-II (0-19)</b> $\bar{x}$ (D.E.)	(n=22) 8 (4,30)	(n=22) 11,55 (5,35)	3,54 [2,37 a 4,72]*	(n=26) 10,15 (4,74)	(n=26) 13,62 (4,06)	3,46 [2,02 a 4,89]*	0,84 [-1,90 a 1,76]

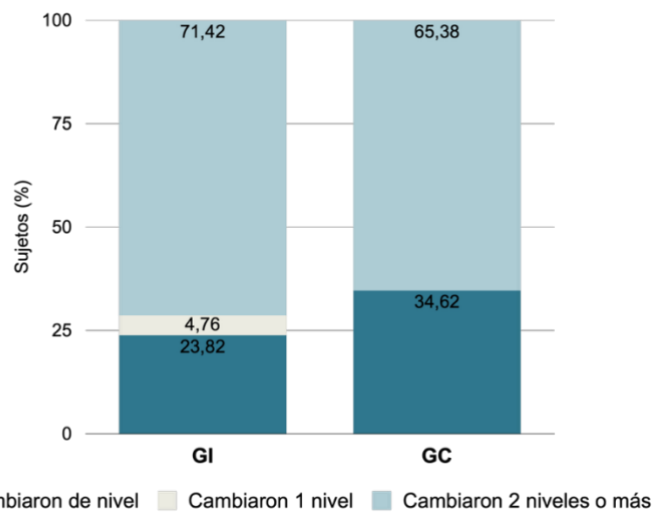
Notas: GI, grupo intervención; GC, grupo control; IC, Intervalo de confianza; m. metros; s., segundos;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar; \*significación estadística ( $p < 0,05$ ).

Existen multitud de estudios que expresan los resultados de la escala WISCI-II como variable numérica, pero al ser una variable categórica varios estudios ya están analizando sus resultados de forma diferente. En esta tesis se ha querido mostrar los resultados de ambas formas y así describirlos de la manera más completa para poder entender el cambio real. En la figura 31 se muestra el número y proporción de sujetos al inicio y al finalizar categorizado según el tipo de marcha.



**Figura 31.** Número y porcentaje de sujetos categorizado según tipo de marcha de WISCI-II.

En la escala WISCI-II, el cambio de al menos dos o más niveles considerados como clínicamente importante en los lesionados medulares agudos, fue alcanzado en un 71,42% de los sujetos en el GI frente al 65,38% del GC (figura 32).



**Figura 32.** Porcentaje de sujetos que cambiaron de nivel en la escala WISCI-II en ambos grupos al finalizar el estudio.

Los participantes que al inicio no realizaban marcha, siguieron sin realizarla después de la intervención (n=2) y ninguno pasó de realizar marcha con asistencia física a no realizar marcha. De los 13 participantes que al inicio del estudio realizaban marcha con asistencia física en el GI, 12 (92,3%) consiguieron marcha independiente al finalizar, mientras que el GC lo consiguieron 9 (64,3%) de los 14 que realizaban marcha con asistencia física al inicio.

### 6.3.4 Eficacia sobre la calidad de vida relacionada con la salud

La CVRS se ha evaluado con un cuestionario genérico, EQ-5D/5L y otro cuestionario específico para la LME QLI-SCI.

Los resultados obtenidos en el cuestionario EQ-5D/5L se presentan en la tabla 32, donde se recogen el número y porcentaje de participantes que han elegido cada nivel de gravedad en cada dimensión. El número y porcentaje de participantes que respondió problemas extremos (nivel 5) disminuyó en todas las dimensiones y en ambos grupos al final del estudio

**Tabla 32.** Número y porcentaje de respuesta en cada dimensión EQ-5D/5L.

EQ-5D/5L (nivel)	Grupo Intervención n(%)		Grupo Control n(%)		p
	Inicial (n=24)	Final (n=22)	Inicial (n=26)	Final (n=26)	
<b>Movilidad</b>					
1	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0,351
2	7 (29)	2 (13)	2 (8)	5 (19)	
3	7 (29)	12 (52)	11 (42)	9 (35)	
4	5 (21)	6 (22)	7 (27)	10 (38)	
5	5 (21)	2 (13)	6 (23)	1 (4)	
<b>Autocuidado</b>					
1	20 (83)	16 (65)	14 (54)	16 (62)	0,965
2	3 (13)	3 (17)	6 (23)	5 (19)	
3	1 (4)	3 (17)	4 (15)	5 (19)	
4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
5	0 (0)	0 (0)	2 (8)	0 (0)	
<b>Actividades cotidianas</b>					
1	9 (38)	6 (26)	5 (19)	7 (27)	0,675
2	3 (13)	3 (13)	4 (15)	6 (23)	

EQ-5D/5L (nivel)	Grupo Intervención n(%)		Grupo Control n(%)		p
	Inicial (n=24)	Final (n=22)	Inicial (n=26)	Final (n=26)	
3	4 (17)	6 (26)	6 (23)	7 (27)	
4	1 (4)	2 (9)	7 (27)	4 (15)	
5	7 (29)	5 (21)	4 (15)	2 (8)	
<b>Dolor/ malestar</b>					
1	6 (25)	4 (17)	4 (15)	5 (19)	
2	8 (33)	8 (35)	6 (23)	6 (23)	
3	10 (42)	8 (3)	12 (46)	9 (35)	0,735
4	0 (0)	2 (13)	3 (12)	6 (23)	
5	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	
<b>Ansiedad/ depresión</b>					
1	14 (58)	13 (57)	16 (62)	17 (65)	
2	7 (29)	6 (26)	5 (19)	5 (19)	
3	3 (13)	4 (17)	5 (19)	1 (4)	0,367
4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (12)	
5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	

Notas: n, número de sujetos.

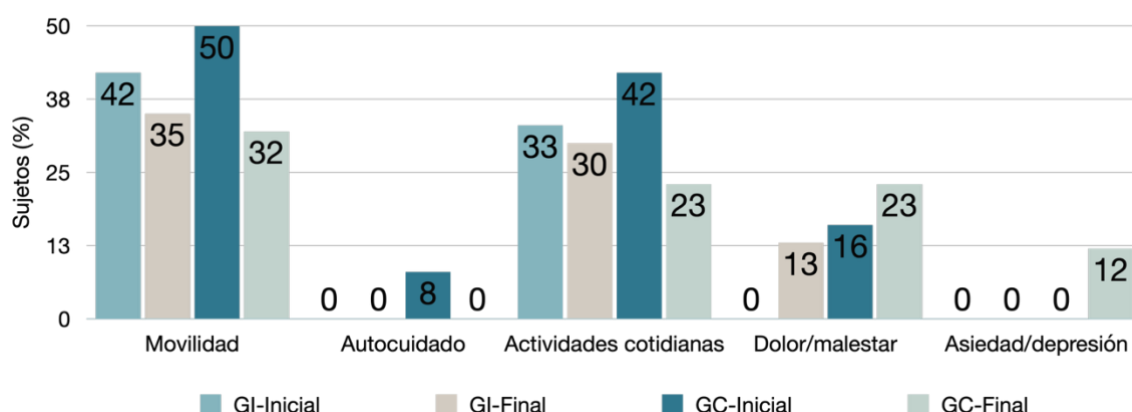
En la tabla 33 se recoge el número y porcentaje de sujetos que modificaron sus valores iniciales al menos un 20% en el “Índice EQ-5D” y su estado de “Salud Hoy” al final del estudio. Se considera favorable cuando la puntuación final con respecto a la inicial ha aumentado, por lo tanto, se ha considerado mejoría cuando la puntuación de la escala al final del estudio era al menos un 20% mayor que al inicio. Aunque no hubo resultados estadísticamente significativos, el porcentaje de sujetos que mejoraron ambas variables fue algo mayor en el GC.

**Tabla 33.** Número y porcentaje de sujetos que mejoran al menos un 20% en EQ-5D/5L.

	Mejoría $\geq$ 20%	Mejoría $<$ 20%	R.R. IC[95%]	p
<b>Índice EQ-5D n(%)*</b>				
<b>GI</b> (n=22)	5 (22,70)	17 (77,30)	0,74 [0,28 a 1,93]	0,532
<b>GC</b> (n=26)	8 (30,80)	18 (69,20)	1	
<b>Salud Hoy n(%)*</b>				
<b>GI</b> (n=22)	5 (22,70)	17 (77,30)	0,59 [0,24 a 1,47]	0,241
<b>GC</b> (n=26)	10 (38,50)	16 (61,50)	1	

Notas: GI, grupo intervención; GC, grupo control; \*Variables analizadas mediante Chi cuadrado; n, número de sujetos.

Los sujetos incluidos en este estudio se encontraban en la fase aguda de la lesión, por lo que se optó por analizar los cambios producidos en los sujetos que inicialmente puntuaron con nivel 4 o 5 en alguna de las cinco dimensiones del cuestionario EQ-5D/5L, al ser los niveles asociados a un peor estado de salud (figura 33). En la dimensión de movilidad y actividades cotidianas, el porcentaje de sujetos que mejoraron y por lo tanto puntuaron con niveles inferiores al 4 o 5 fue mayor en el GC que el GI. El dolor aumentó en ambos grupos al finalizar, con un porcentaje superior en el GC. Por último, en la dimensión de ansiedad/depresión, al inicio ambos grupos no puntuaron los niveles 4-5, pasando a un 12% en el GC al finalizar.



**Figura 33.** Porcentaje de sujetos en niveles 4 y 5 por dimensiones EQ-5D/5L.

En el cuestionario de CVRS específico de para la LME (QLI-SCI) las puntuaciones más elevadas indican una mejor calidad de vida, por lo que se consideró un resultado favorable cuando la puntuación final con respecto a la inicial había aumentado al menos un 20%. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, ni en la puntuación total de esta escala, ni en ninguna de las subescalas, aunque el porcentaje de sujetos que mejoraron al menos un 20% al finalizar el estudio fue algo mayor en el GC, tanto en la puntuación total como en las subescalas salud/funcionamiento y psicológico/emocional; mientras que en las subescalas socioeconómico y familia el porcentaje de sujetos que mejoraron al menos un 20% fue mayor en el GI (tabla 34).

**Tabla 34.** Número y porcentaje de sujetos que mejoran al menos un 20% en el cuestionario QLI-SCI.

	Mejoría ≥ 20% n(%)	Mejoría <20% n(%)	R.R. IC[95%]	p
<b>QLI-SCI Total**</b>				
<b>GI (n=22)</b>	1 (4,55)	21 (95,45)	0,59 [0,06 a 6,09]	1,000
<b>GC (n=26)</b>	2 (7,69)	24 (92,31)	1	
<b>QLI-SCI Salud/ Funcionamiento**</b>				
<b>GI (n=22)</b>	3 (13,64)	19 (86,36)	0,71 [0,19 a 2,64]	0,710
<b>GC (n=26)</b>	5 (19,23)	21 (80,77)	1	
<b>QLI-SCI Socioeconómico**</b>				
<b>GI (n=22)</b>	3 (13,64)	19(86,36)	3,55 [0,40 a 31,71]	0,320
<b>GC (n=26)</b>	1 (3,85)	25 (96,15)	1	
<b>QLI-SCI Psicológica/ Espiritual**</b>				
<b>GI (n=22)</b>	3 (13,64)	19 (86,36)	0,886 [0,22 a 3,54]	1,000
<b>GC (n=26)</b>	4 (15,38)	22 (84,62)	1	
<b>QLI-SCI Familia**</b>				
<b>GI (n=22)</b>	3 (13,64)	19 (86,36)	-	0,089
<b>GC (n=26)</b>	0 (0)	26 (100)	-	

Notas: GI, grupo intervención; GC, grupo control; \*\*Variables analizadas mediante F de Fisher; n, número de sujetos.

En la tabla 35 se recoge el efecto atribuible a la intervención en los dos cuestionarios relacionados con la CVRS. Se observa que las puntuaciones de las variables del cuestionario genérico mejoraron ligeramente al finalizar el estudio en ambos grupos, lo que significa una mejor calidad de vida. Sin

embargo, las puntuaciones del cuestionario específico al finalizar el estudio fueron ligeramente inferiores en los dos grupos y en todas las subescalas, salvo en la subescala psicológico/emocional en la que el GI aumento 0,26 puntos frente al GC en él se produjo una disminución de 1,83 puntos. Ninguna de las diferencias encontradas alcanzó la significación estadística.

**Tabla 35.** Efecto atribuible a la intervención en EQ-5D y QLI-SCI

Variable	GI (n=22)			GC (n=26)		B Dif. de medias IC [95%]	Efecto atribuible A-B IC [95%]
	Inicial	Final	A Dif. de medias IC [95%]	Inicial	Final		
<b>Índice EQ-5D</b> (0-1) $\bar{x}$ (D.E.)	0,48 (0,35)	0,48 (0,30)	0,00 [-0,08 a 0,09]	0,39 (0,35)	0,55 (0,25)	0,16 [0,01 a 0,31]	-0,16 [-0,33 a 0,01]
<b>Salud hoy EQ-5D</b> (0-100) $\bar{x}$ (D.E.)	61,14 (16,77)	65,90 (16,52)	4,77 [-2,80 a 12,34]	55,58 (19,86)	67,11 (18,56)	11,54 [4,66 a 18,41]	-6,76 [-16,70 a 3,17]
<b>QLI-SCI Total</b> (0-30) $\bar{x}$ (D.E.)	20,66 (5,74)	20,33 (3,95)	-0,32 [-1,31 a 0,67]	22,77 (4,10)	20,93 (5,74)	-1,84 [-3,95 a 0,26]	1,52 [-0,76 a 3,8]
<b>QLI-SCI Salud/ Funcionamiento</b> (0-30) $\bar{x}$ (D.E.)	19,66 (0,77)	19,10 (0,94)	-0,40 [-1,76 a 0,96]	20,68 (1,08)	19,15 (1,22)	-1,53 [-3,88 a 0,81]	1,13 [-1,60 a 3,86]
<b>QLI-SCI Socioeconómico</b> (0-30) $\bar{x}$ (D.E.)	20,20 (1,09)	19,73 (1,06)	-0,24 [-1,49 a 1,01]	23,66 (0,73)	21,41 (1,02)	-2,25 [-4,28 a -0,22]	2,01 [-0,39 a 4,41]
<b>QLI-SCI Psicológica/ Espiritual</b> (0-30) $\bar{x}$ (D.E.)	20,45 (1,13)	20,51 (1,26)	0,26 [-1,26 a 1,77]	22,86 (1,25)	21,04 (1,47)	-1,83 [-4,58 a 0,92]	2,08 [-1,09 a 5,26]
<b>QLI-SCI Familia</b> (0-30) $\bar{x}$ (D.E.)	24,16 (1,58)	24,03 (1,39)	-0,13 [-4,05 a 4,31]	26,54 (0,84)	23,64 (1,74)	-2,91 [-5,92 a 0,10]	3,04 [-1,89 a 7,97]

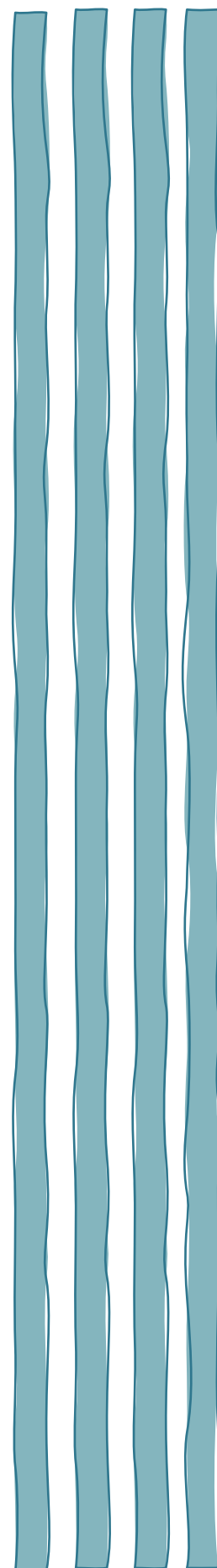
Notas: GI, grupo intervención; GC, grupo control; IC, Intervalo de confianza;  $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar







## ***7. Discusión***





## 7. Discusión

El propósito principal de este ensayo clínico fue evaluar la recuperación del equilibrio en adultos con LME AIS C y D de menos de 6 meses de evolución cuando se añade FA a su tratamiento convencional.

En las siguientes líneas se discuten los aspectos vinculados con la metodología empleada y los resultados obtenidos en función de los distintos objetivos planteados, a la vez que se describen las dificultades encontradas en la realización del estudio.

### 7.1 Metodología

Hasta la fecha no conocemos ningún estudio publicado que valore la eficacia de la FA en la LMEi, por lo que se diseñó este ensayo clínico controlado y aleatorizado. En los ensayos clínicos que utilizan intervenciones del tipo de la FA es imposible realizar el enmascaramiento de los participantes y de los profesionales que aplican la intervención, por lo que se optó por realizar una evaluación ciega de las variables de respuesta.

El equipo investigador fue el mismo en toda la investigación, de manera que la selección de la muestra, las valoraciones, la intervención, y la recogida de datos, pudieron realizarse por las mismas personas, minimizándose así los posibles sesgos.

La muestra se obtuvo a partir de sujetos ingresados en el HNP de Toledo que tenían prescripción de FA como parte de su tratamiento rehabilitador y fueron necesarios 24 meses para conseguir el tamaño muestral previsto (n=50). Como se conocía la dificultad del reclutamiento de la muestra en este tipo de patología, se optó por considerar como efecto esperado que el número de sujetos con una mejoría de al menos un 20% con respecto al valor inicial en la variable BBS fuera significativamente mayor en el grupo de FA, ya que haber calculado el tamaño muestral en base a detectar una diferencia de medias en el BBS clínicamente

relevante, hubiera supuesto un tamaño muestral superior a 300 participantes, lo que hacía inviable el estudio.

A pesar de que el primer año de captación de participantes y de recogida de datos coincidió con la época postpandemia, donde hubo muchas restricciones en los hospitales. El poder contar en el equipo de investigación con profesionales del HNP con larga experiencia en el tratamiento de LME y en FA facilitó la correcta selección de la muestra. Además, se informó del estudio a todos los médicos rehabilitadores, fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales encargados del tratamiento rehabilitador de los participantes. El que todos ellos fueran conocedores del estudio resultó fundamental para poder encajar el horario de la intervención de FA en el resto del programa de rehabilitación de cada participante. También se informó al personal de enfermería y auxiliares del área de hospitalización, encontrando en ellos una buena colaboración a la hora de preparar a los participantes para las sesiones de FA. Todo ello ha contribuido a que la mayoría de los participantes completaran el protocolo adaptándose el horario a cada participante dentro de los límites de cada servicio.

Por otra parte, los miembros del equipo de investigación encargados de la captación, además de informar ampliamente sobre el estudio, resolvían todas las dudas de los candidatos, lo que hizo que estos aceptaran participar en el estudio con confianza e interés. Las dudas generalmente estaban relacionadas con las actividades que se iban a realizar en el medio acuático, con si su médico era conocedor de que era candidato para participar en la investigación, con la posibilidad de que su participación en el proyecto supusiera retrasos en otros tratamientos, y con el miedo al ahogamiento. Además, siempre se les explicaba el protocolo de actuación para las incontinencias, ya que algunos sujetos, por pudor, no se atrevían a preguntar. El 58,30% de los sujetos del GI tenían diagnosticado una extensión de la lesión AIS C, siendo en ellos obligatorio el uso de obturador y sondaje vesical antes de comenzar la sesión de FA por protocolo del HNP. No hubo ningún caso que se retirara del estudio por este motivo, pero sí hubo sujetos que no pudieron incluirse en el estudio por no poder cumplir esta norma obligatoria de la unidad de hidroterapia por razones como por ejemplo tener hemorroides.

El hecho de que los participantes estén en las fases tempranas de la LME e ingresados en el hospital con el objetivo principal de recuperar la funcionalidad, les motivaba para aprovechar todos los tratamientos disponibles durante su estancia. Además, los propios participantes explicaban como favorable que el tiempo que necesitaban para realizar la FA era inferior al que necesitaban para otras intervenciones. En el caso de la FA se empleaba aproximadamente una hora, de la que 45 minutos se dedicaban a la intervención, mientras que en otros estudios se llegan a utilizar dos horas para 45 minutos de intervención debido al desplazamiento, y el tiempo necesario para vestido y entrada y salida del vaso terapéutico (165). Ambas razones han sido importantes para conseguir que los sujetos completaran el protocolo.

Igualmente importante para el correcto desarrollo del estudio fue el entorno hospitalario donde se ha realizado. El estudio de *Marinho-Buzelli et al. (2022)* describe las barreras para la implementación de la FA, entre las que se incluyen la falta de personal o recursos y las limitaciones de tiempo (165). En nuestro caso no hubo barreras arquitectónicas, ni para llegar a la piscina, ni para acceder a ella, al contrario de lo que sucede en entornos extrahospitalarios, en los que los lesionados medulares dependen de una ayuda física para poder llegar al lugar o para poder introducirse en la piscina. El HNP, donde se ha desarrollado este estudio, es un complejo hospitalario completamente adaptado, y cuenta con personal auxiliar suficiente que se encarga de la preparación del participante y de la entrada/salida de la piscina.

La recogida de datos se pudo realizar sin grandes dificultades, ya que el hospital puso a disposición del estudio todos los recursos necesarios y gracias a la estrecha colaboración de todo el personal sanitario, que permitió coordinar los horarios de las distintas pruebas con las actividades terapéuticas y no terapéuticas programadas para cada participante. Siempre que fue posible, las valoraciones clínicas se realizaron al inicio del día para que el factor fatiga influyera lo menos posible. Por esta misma razón, se comenzó por realizar la posturografía, después se siguió con los cuestionarios de CVRS y finalmente con el resto de las variables de equilibrio y marcha. La duración total fue alrededor de 2 horas y media.

La prueba que supuso más dificultades para los participantes fue la posturografía. Al realizarse esta prueba sin ayudas técnicas, implicó un mayor gasto energético para conseguir mantener la posición y, además, la posición de los pies en la plataforma estabilométrica con talones juntos y base estrecha fue incómoda e inestable para la mayoría de ellos. Concretamente, en ROA hubo dos sujetos que perdieron el equilibrio antes de los 30 s, en ROC y RGA se perdieron los datos de 8 sujetos y en RGC 26 sujetos. En estos casos la prueba se consideró nula. Un estudio previo (166) en el que valoraron el equilibrio estático en sujetos con LME mediante posturografía comparando los resultados obtenidos en una posición de base estrecha con los obtenidos en una posición entre ambos pies confortable, mostró que con base confortable más sujetos pudieron realizar las pruebas. Hubiera sido de interés realizar las pruebas con una base confortable de apoyo.

Todos los sujetos del GI aceptaron de manera favorable la FA y, excepto dos, cumplieron el protocolo completando un mínimo de 16 sesiones en 6 semanas, a pesar de que la intervención coincidió durante los primeros meses con el periodo postpandemia por COVID-19, lo que implicó la adopción de estrictas medidas de seguridad en el HNP. Estas restricciones afectaron directamente al uso de la piscina terapéutica, exigiendo la realización de los tratamientos en el medio acuático con mascarilla y manteniendo la distancia de seguridad entre participantes. Para realizar los ejercicios que requerían la inmersión completa de la cabeza fue necesario retirar la mascarilla, y en estos casos se extremaron aún más las precauciones. No se registraron efectos adversos relacionados con la intervención, lo que apoya a la FA como una práctica factible y segura.

Aunque la intervención fue diseñada específicamente para este tipo de lesiones, en algunas ocasiones fue necesario realizar adaptaciones en función del nivel de lesión y de las características clínicas de cada participante.

En la primera fase de la intervención, que consistía en el calentamiento activo con desplazamiento, se permitió que los sujetos con dificultades pudieran realizar los desplazamientos con el apoyo en la barandilla, la ayuda del fisioterapeuta o incluso mediante la colocación de lastres en los tobillos

dependiendo de las necesidades individuales. En la segunda fase, para realizar el trabajo de equilibrio y de marcha, se permitió el uso de material auxiliar de apoyo. Frecuentemente, los sujetos que en tierra realizaban la marcha con andador, en el medio acuático necesitaban apoyo fijo en barandilla, y los que en tierra caminaban con dos muletas, en agua necesitaban un apoyo en el material de flotación. Al final del estudio, algunos de estos sujetos pudieron practicar la marcha en la zona menos profunda de la piscina sin necesidad de apoyo alguno; se trataba de aquellos que, en tierra, únicamente empleaban un bastón canadiense y contaban por tanto con un mayor balance muscular.

En el entrenamiento aeróbico (fase 3), para que los participantes con balance muscular 2-3/5 según la escala de Daniels consiguieran alcanzar la intensidad pautada, se priorizó el movimiento de las EEII permitiendo fijar las EESS a la barandilla de la piscina y si con esto no se conseguía la intensidad programada, se realizaban movimientos combinados de las EESS y de las EEII y con inmersión a nivel de cuello. En todas las fases, la necesidad de apoyos fue disminuyendo progresivamente en función de la evolución de cada participante excepto en dos sujetos del GI que tenían una puntuación de WISCI-II igual a 0.

En ocasiones, los participantes con fijaciones óseas tenían limitación en el movimiento de la articulación fijada debido a dolor y/o a una disminución del rango articular en columna, pelvis o EEII, lo que inicialmente dificultaba el cumplimiento del protocolo, por lo que se precisaron adaptaciones. Sin embargo, en estos casos, el bajo impacto sobre las articulaciones que supone el realizar movilizaciones en el medio acuático hizo que se minimizara el dolor en comparación con el experimentado en tierra.

Diversos estudios en los que se utiliza FA describen las dificultades encontradas para su aplicación, principalmente relacionadas con la adaptación insuficiente de la piscina, la falta de formación y experiencia en el manejo de LME y/o la FA (165,167,168). Según un estudio publicado por *Marinho-Buzelli et al. (2022)* en el que participaron 78 profesionales (fisioterapeutas, kinesiólogos, auxiliares de fisioterapia) que trabajaban con LME, sólo el 34,6% había recibido formación universitaria de terapia acuática, aunque el 73,1% de los encuestados la utilizaba

en su práctica clínica y de ellos, sólo el 36,8% lo hacían en piscinas hospitalarias (165). En nuestro estudio, los miembros del equipo de investigación encargados de las valoraciones y de la intervención tenían amplia experiencia tanto en el manejo de la LME, como en la aplicación de la FA en estos sujetos. En nuestro caso, el principal hándicap para la aplicación de la FA fue no poder adaptar el nivel de inmersión a la altura de cada participante, por lo que posiblemente no se aprovecharon al máximo los efectos de la inmersión en cuanto a la disminución del peso corporal aparente.

Las comorbilidades desempeñan un papel importante en el uso de la FA, ya que a veces impiden el acceso a la piscina en las primeras fases de recuperación de la LME. Entre las más frecuentes están la incontinencia urinaria y fecal, las heridas abiertas, o una condición cardíaca inestable (168). Estas comorbilidades coinciden con las presentadas en los participantes de este estudio. En el caso de las incontinencias se siguió el protocolo descrito anteriormente y en el caso de las heridas cutáneas se posponía el tratamiento hasta su resolución, no siendo necesario en ningún caso la retirada de los participantes por este motivo. La condición cardíaca estuvo controlada durante la intervención gracias al sensor de FC. Poder controlar todas estas comorbilidades ha permitido que los sujetos con solo 7 semanas de evolución hayan podido participar en este estudio.

## **7.2 Características de los participantes**

Las características sociodemográficas y clínicas de los participantes en este estudio pueden considerarse similares a las de los pacientes atendidos en el HNP y a lo publicado en otros países (118,169–173).

La edad media de los sujetos ingresados en 2015 en el HNP fue de 49 años (173), igual que la de los participantes, y similar a la de EEUU que fue de 44 años en 2015 (22). En la muestra hubo un predominio de varones (58%) y de trabajadores en activo (72%), igual que lo publicado en otros trabajos donde se describe una mayor frecuencia de varones (174) y un 65% de trabajadores en activo (22).

La causa no traumática ha sido la más frecuente en nuestro estudio (54%) en sintonía con la causa de LME en la población española (173). El tiempo medio transcurrido desde el inicio de la lesión hasta que comienzan el estudio fue de 3 meses y 10 días. No conocemos otros estudios en LME AIS C y D que use el medio acuático y con un tiempo de evolución tan corto. En el estudio más cercano a esta población el tiempo transcurrido era de 7,70 meses (170).

Dos terceras partes de la muestra presentaban sobrepeso, dato que se corresponde con lo publicado en otros estudios para lesionados AIS C y D (163,164).

En lo que se refiere a la etiología y nivel de la LME, los participantes incluidos en este estudio pueden considerarse representativos de la situación de LME de España y Europa (118,169–172,175) y en consecuencia, los resultados obtenidos en este estudio podrían extrapolarse a la población de LME AIS C-D en fases tempranas de la lesión, permitiendo la comparación con otros estudios.

## **7.3 Eficacia en las variables de respuesta**

### **7.3.1 Equilibrio**

La variable resultado principal para valorar el equilibrio fue el BBS. El porcentaje de sujetos del GI que mejoró al menos un 20% fue significativamente mayor que en el GC (68,20% vs 38,50%), teniendo los sujetos que realizaron FA un 77% más de probabilidades de mejorar que los que no la hicieron. Esto significa que la mayoría de los sujetos que realicen FA podría mejorar en 6 semanas al menos un 20% su puntuación en equilibrio medido con BBS. En el análisis univariado se observó que el porcentaje de sujetos que mejoraron al menos un 20% fueron 8 años más jóvenes y tenían lesiones inferiores a T6 que el grupo que no mejoró, pero en el análisis multivariado solo permanecieron en el modelo pertenecer al GI y la edad. Esto podría ser debido a que el tamaño muestral no haya sido suficiente para detectar la influencia del nivel de la lesión sobre la eficacia de la intervención, por lo que sería de interés estudiar en un futuro este factor de manera específica.

Los resultados del análisis multivariado muestran que la probabilidad de mejorar al menos un 20% realizando 6 semanas de FA son del 90% en los sujetos menores de 40 años frente al 67% en los que no realizaron FA en el mismo rango de edad. Estas probabilidades disminuyen al 28% en los mayores de 40 años que siguieron el tratamiento convencional. Estos datos pueden ser relevantes a la hora de trasladar a la práctica asistencial la recomendación de utilizar la FA en LMEi.

Todos los sujetos participantes en el estudio mejoraron más de 5-7 puntos en la prueba BBS, que es lo que se considera el cambio clínicamente relevante (121,123). Aunque no se encontraron diferencias de medias entre los grupos, sí se observó que el GC ha mejorado algo más que el GI. Esto podría deberse a que los sujetos del GC partían con una puntuación media en el BBS superior en 3,5 puntos a la del GI, lo que implica una mejor estabilidad al inicio que pudo ayudar a seguir progresando. Sería de interés realizar investigaciones que establecieran la influencia de este aspecto, para poder determinar el momento óptimo de aplicar la FA.

Los dos estudios publicados hasta el momento, en los que se utiliza como medida de resultado el BBS, muestran mejoras superiores a las de nuestro estudio (118,167). Concretamente, *Stevens et al.* (2019) en una serie de casos de LME AIS C-D con una intervención en cinta acuática con soporte del peso corporal obtuvo un incremento en la puntuación del BBS de 9 puntos, posiblemente debido a la mayor duración de la intervención y a que su muestra incluía sujetos con lesiones de nivel cervical (118). En el otro estudio (167), realizado por nuestro grupo de investigación en LMEi para comprobar la viabilidad de realizar la intervención de FA que se ha utilizado en este ECA, la mejoría fue de 7,8 puntos (IC95% 1,40; 14,27), encontrándose nuestra estimación actual (5,50) dentro de su intervalo de confianza del 95%.

El uso de la FA para mejorar el equilibrio también ha sido estudiado en otras patologías como la EM o el accidente cerebrovascular (ACV). En el caso de la EM, los estudios se han realizado en sujetos crónicos con intervenciones de FA similares a la utilizada en esta tesis, aunque con diferente duración y número de sesiones. En el trabajo de *Kargarfard et al.* (2018), la mejoría encontrada en el

BBS fue de 2 puntos, aplicando 8 semanas (3 veces/semana) de FA (176); *Aidar et al.* (2018) realizando 12 semanas (3 veces/semana) obtuvieron una mejoría de 4 puntos (177) y de 3 puntos en el estudio de *Salem et al.* (2011) en el que la intervención fue de 5 semanas (2 veces/semana) (178), siendo en todos los casos inferior a la mejoría obtenida en este estudio. Estos resultados inferiores podrían deberse a las características de la enfermedad, aunque los sujetos tenían una puntuación inferior a 3,5 en la Escala Expandida del Estado de Discapacidad, lo que se traduce en ausencia de dificultad para caminar. Los estudios realizados en ACV presentan resultados dispares. En dos de ellos las mejorías encontradas fueron superiores a las obtenidas en esta tesis con mejorías de 27,40 y 12 puntos respectivamente (179,180) y en otro fueron inferiores con una mejora de 3,4 puntos (181). Estas discrepancias encontradas entre los estudios de ACV pueden explicarse por la fase aguda (179,180) o crónica (181) del ACV de los sujetos estudiados; por el tipo de intervención realizada, que en un caso consistió en hacer marcha en un tanque terapéutico (179), en otro se combinó esta marcha con FA (180), y en otro la intervención se centró en ejercicios de estiramiento, fuerza y equilibrio (181); o por la duración de la intervención y la frecuencia de las sesiones que varió desde 6 días/semana (179) hasta 3 días/semana (181). Los diferentes resultados encontrados en EM, ACV y LME pueden deberse a las diferentes características y evolución de estas enfermedades, que posiblemente condicionen respuestas diferentes en los mecanismos del equilibrio. Sin embargo, aunque los resultados son diferentes, en todos los casos menos en un estudio (181) se ha producido una mejoría en la escala de BBS.

En la prueba TUG el número de participantes que mejoraron al menos un 20% al final de estudio fue significativamente mayor en el GC (76,20% vs 42,10%) y no se halló influencia de las variables clínicas y sociodemográficas sobre el hecho de mejorar. Esta prueba es especialmente difícil de realizar en las fases tempranas de la lesión, ya que requiere realizar giros para lo que se necesita una marcha con un nivel de funcionalidad elevado. Los sujetos del GC realizaron menos cambios en las ayudas técnicas que el GI, por lo que los tiempos de adaptación fueron mayores y esto puede explicar que hubiera más participantes que disminuyeran un 20% el tiempo de realización de la prueba. El cambio

mínimo clínicamente detectable es de 10,8 s (127,128). Ninguno de los grupos alcanzó ese nivel de cambio, aunque ambos se aproximaron. *Comino-Suárez et al.* (2025) (182) con el mismo tipo de LME y una intervención que consistió en estimulación medular combinada con tratamiento de reeducación de la marcha con robot con suspensión del peso corporal obtuvieron un cambio de 35,52 s, muy superior a nuestros resultados, pudiéndose deber a las 8 semanas de intervención (5 días/semana).

Los resultados en la prueba TUG concuerdan con los de los ensayos clínicos realizados en el medio acuático en sujetos con ACV agudo, en los que se encontraron disminuciones del tiempo empleado para realizar la prueba de 7,5 s (180) y de 13,44 s (183). Mientras que en los dos estudios realizados en EM con años de evolución con una intervención de FA los resultados obtenidos son dispares. En el estudio de *Salem et al.* (2011) la mejoría fue similar 7,6 s (178), pero en el estudio de *Aidar et al.* (2018) la disminución del tiempo empleado fue de 4,42 s, muy inferior a la nuestra (177).

En la valoración del equilibrio realizada mediante posturografía se analizaron el área de barrida, los desplazamientos y las fuerzas AP y ML en las pruebas ROA, ROC y RGA, obteniendo resultados dispares dependiendo de la prueba. En ningún caso las diferencias entre los grupos fueron estadísticamente significativas, posiblemente debido al tamaño muestral, ya que se calculó para la variable BBS, y quizás hubiera sido necesaria una muestra mayor para las variables de posturografía. Sin embargo, los resultados muestran algunas diferencias entre grupos que merece la pena discutir.

ROA fue la prueba más fácil de realizar ya que los sujetos dispusieron de las tres aferencias sensoriales (vestibular, visión y propiocepción), y fue la que más participantes pudieron efectuar. La proporción de sujetos que mejoraron al menos un 20% el área de barrida fue mayor en el GI y, por el contrario, en los desplazamientos y fuerzas en ambos ejes fue mayor el porcentaje en el GC. Los resultados muestran que en ambos grupos hubo una disminución de las fuerzas ML y AP, pero en el GC la disminución fue similar en ambos ejes, mientras que en el GI hubo mayor disminución en el eje ML que en el AP. Se sabe que en

sanos la fuerza ML necesaria para mantener el equilibrio es menor que la fuerza AP, debido al uso mayor de la estrategia de tobillo que la de cadera (62,184) y que los valores de estas fuerzas en la prueba ROA para población sana de 41-50 años, donde se sitúa la media de edad de los participantes en esta investigación, son de 5,007 N (DE= 1,83) para la ML y de 6,55N (DE= 1,90) para la AP (62). Aunque las fuerzas utilizadas por los participantes en este estudio son mayores que las utilizadas por los sanos, el hecho de que los sujetos del GI utilicen menos fuerza en el eje ML significa que estaban empezando a usar la estrategia de tobillo para mantener el equilibrio. Esto podría deberse a la alta inestabilidad que proporciona el medio acuático frente al medio terrestre, obligando a fortalecer la cadera para conseguir la estabilidad y así poder empezar a usar la estrategia de tobillo (62).

El número de participantes que pudo realizar la prueba ROC se redujo a casi la mitad en ambos grupos, GI (n=7) y GC (n=9). Esto se debió a la dificultad que supone la anulación del sistema visual, el cual está sobreutilizado en sujetos con alteración de la sensibilidad somatosensorial (185). En este caso, aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, el porcentaje de sujetos que mejoraron un 20% fue mayor en el GC para todos los parámetros analizados excepto en la fuerza ML. El efecto atribuible a la intervención fue similar en ambos grupos para todos los parámetros, pero al igual que en ROA, en el GI la disminución de la fuerza ML fue mayor que la de la fuerza AP, lo que apoya la idea de que los sujetos del GI fueron disminuyendo el uso de la estrategia de cadera y aumentando el uso de la estrategia de tobillo, mientras que el GC siguió utilizando ambas estrategias por igual. Las fuerzas utilizadas por sanos en la prueba ROC son de 5,86N (DE= 2,41) para la fuerza ML y de 7,81N (DE=2.78) (62), muy alejadas de las utilizadas por los sujetos de este estudio.

En la prueba de RGA, se altera la información somatosensorial y consiguieron realizarla 8 sujetos del GI y 10 del GC. En este caso el porcentaje de sujetos que mejoraron al menos un 20% en todos los parámetros fue mayor en el GI, y aunque no se alcanzó la significación estadística, en los desplazamientos ML y AP se obtuvo un valor de p muy próximo a la significación ( $p=0,06$ ). El tamaño

del efecto en el GI fue mayor en todos los parámetros, y especialmente en el área de barrida, el desplazamiento ML y la fuerza ML, donde la disminución con respecto al GC fue del 75%, 93% y 75% respectivamente, aunque tampoco se alcanzó la significación estadística. En esta prueba, en el GI también se produjo una mayor disminución del doble de la fuerza ML con respecto a la fuerza AP, mientras que la disminución de estas fuerzas en el GC fue similar. Esto quiere decir que los sujetos del GI no solo necesitaban menos fuerza para mantener el equilibrio, sino que este se conseguía sobre todo con estrategias de tobillo, mientras que los sujetos del GC utilizaban por igual las estrategias de cadera y tobillo. Ser capaz de utilizar mayoritariamente la estrategia de tobillo en el GI fue un gran avance. Las fuerzas utilizadas por sujetos sanos en la prueba RGA para la fuerza ML son de 9.04N (DE=2,96) y para la fuerza AP de 12,07N (DE=3,46) (62). En nuestro caso, el GC se acerca más a estos parámetros que el GI aunque sigue siendo alejado.

Según los resultados de la posturografía, el mayor efecto de la FA se ha observado en la prueba RGA. Esta prueba es la que más se asemeja a las condiciones de la actividad cotidiana, en la que los terrenos inestables son lo habitual. Conseguir mejorar el equilibrio en esta prueba posiblemente signifique una mejor adaptación de los sujetos al medio terrestre, y esto podría contribuir a disminuir el riesgo de caídas.

Se sabe que el aumento del balanceo del CDP durante la inmersión, produce una disminución de la estabilidad postural, aumentando los estímulos para el trabajo del equilibrio en sujetos con LMEi (111) y en otras patologías (186,187). Por otra parte, existe una diferencia física básica entre aire y agua, por lo que el arrastre teórico es unas 800 veces mayor debido a la combinación entre la densidad y la velocidad y la resistencia del agua, por lo que el entrenamiento en el medio acuático produce un aumento del fortalecimiento de la musculatura (188). Además, en el agua se produce un mayor desequilibrio ML, que obliga a estabilizar la cadera para poder moverse en el agua sin perder el equilibrio (111). En patologías como osteoporosis (189), párkinson (190) o ACV (191), el control postural se ha visto incrementado debido a la resistencia constante y tridimensional del medio acuático, aumentando la activación muscular

estabilizadora (192). Por todo ello, el medio acuático podría ser el entorno ideal para el trabajo del control postural en LME, gracias a las propiedades hidromecánicas y a la ausencia de riesgo de caídas, al contrario del medio terrestre donde el riesgo de caídas es muy alto y se necesita una asistencia de seguridad (arnés, fisioterapeuta).

Los resultados obtenidos con el protocolo de FA propuesto apoyan su uso para mejorar el equilibrio en LMEi de menos de 6 meses de evolución, e indican que los participantes del GI ganaron estabilidad en las caderas y así pudieron empezar a utilizar la estrategia de tobillo de forma segura. El que no exista ningún estudio publicado sobre el efecto de la FA en el equilibrio valorado mediante posturografía en sujetos con LME, da un valor extra a estos resultados, aunque se necesitan ensayos clínicos con mayor tamaño muestral para confirmar estos resultados.

### **7.3.2 Marcha**

Se evaluó la resistencia, la velocidad y la capacidad de la marcha con las pruebas 6MWT, 10MWT y WISCI-II. Ambos grupos mejoraron sus puntuaciones al final del estudio ( $p < 0,05$ ), pero comparando los resultados entre los grupos, solamente se encontraron diferencias estadísticamente en la prueba 6MWT y en este caso fueron favorables hacia el GC y en estos resultados no influyeron las variables sociodemográficas y clínicas. Dada la variabilidad de la muestra, quizás hubiera sido necesario un mayor tamaño muestral para detectar diferencias en las variables secundarias. Otro factor que puede haber influido en estos resultados es la forma en la que se llevaron a cabo las valoraciones, ya que las pruebas de marcha finales se realizaron con las ayudas técnicas que usaba cada sujeto en ese momento y no con las ayudas que utilizaba en las valoraciones iniciales. Este aspecto puede haber sido relevante, ya que el cambio de ayuda técnica, como puede ser el paso de andador a bastones o realizar la marcha con ayuda de una persona a realizarla de manera independiente, es un gran avance hacia la reintegración funcional, pero precisa de un periodo de adaptación de semanas o incluso meses, durante el cual la resistencia y la velocidad de la marcha pueden verse aminorados, respecto a realizar la prueba con la ayuda inicial. Saber cuándo se produjo el cambio de

ayudas en ambos grupos y realizar las pruebas TUG, 10MWT y 6MWT con las ayudas técnicas iniciales y finales, hubiera sido de interés para conocer mejor el efecto de la intervención.

El número de sujetos que mejoraron al menos un 20% en 6MWT fue significativamente mayor en el GC (85,70% vs 52,60%) y los participantes de este grupo también pudieron andar una media de 27,52 m más que los del GI al final del estudio, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Como ya se ha expuesto, en estos resultados puede haber influido el cambio de categoría WISCI-II, ya que la proporción de participantes que cambiaron de ayuda física fue mayor en el GI (92,3% vs 64,3%), y por tanto hubo más posibilidades de que las valoraciones se realizaran durante el periodo de adaptación, momento en el que al usar una nueva ayuda técnica el sujeto irá más despacio y la cadencia podría verse afectada.

Hubo tres participantes del GI y cinco del GC que no pudieron realizar las pruebas de marcha al inicio del estudio, y no se tuvieron en cuenta para el análisis estadístico de eficacia por no disponer de los valores iniciales. No obstante, proporcionaron información acerca de la recuperación que se produce. Al final del estudio, un participante del GI alcanzó una puntuación en la escala WISCI-II de 9 puntos, y en los cuatro participantes del GC que pudieron realizar las pruebas la puntuación en WISCI-II fue de 16, 11, 9 y 8 puntos. Se observó que el sujeto del GI consiguió recorrer el doble de metros que el sujeto del GC con la misma puntuación (100m vs 50m). Esto hace pensar que las resistencias hidrodinámicas que hay que vencer al realizar la FA, y que son mucho mayores que en el medio terrestre, pueden haber contribuido a mejorar la resistencia de la marcha.

Los resultados en la prueba 6MWT son acordes a los obtenidos en el estudio de viabilidad realizado por nuestro grupo (167) y son inferiores a los obtenidos por *Stevens et al. (2019)* (118), posiblemente debido a que, en este caso, la intervención se centró exclusivamente en el entrenamiento de la marcha en cinta subacuática. Dos estudios realizados en el HNP en sujetos con LME AIS C-D agudos, con intervenciones en el medio terrestre mediante entrenamiento de la

marcha con suspensión del peso corporal (Lokomat) obtuvieron mejorías medias de 59 m (193) y 70 m (194). Este mayor efecto pudo ser debido a la mayor duración de sus intervenciones. En otro estudio realizado en el mismo hospital (182), con el mismo tipo de participantes y cuya intervención consistió en añadir estimulación eléctrica medular a la intervención de los dos estudios anteriores, los metros que pudieron caminar en 6 minutos se incrementaron en 39,34 m. Estos resultados coinciden con nuestros resultados del GI (38,75m), aunque el número de sesiones de FA fue menor (18 vs 40), por lo que la FA podría considerarse como una buena alternativa para mejorar la resistencia durante la marcha.

Los resultados del GI (38,75) [IC95% 12,29 a 64,58] tienden a acercarse a los de otros estudios, donde obtuvieron una mejoría de 50 metros en sujetos con EM crónica (176,195) y de 22 metros en ACV, ambos resultados están incluidos dentro de nuestro intervalo de confianza por lo que pueden considerarse similares (196).

En la prueba 10MWT el porcentaje de sujetos que disminuyeron al menos un 20% el tiempo que necesitaron para caminar 10 metros fue mayor en el GC, y, por el contrario, el efecto atribuible a la intervención fue mayor en el GI, ya que en este grupo el tiempo medio que emplearon para realizar la prueba fue 2,33 s menor que en el GC. Ninguna de estas diferencias alcanzó la significación estadística. La velocidad media, calculada a partir de los resultados obtenidos en 10MWT, aumentó en 0,12 m/s en ambos grupos muy próxima al cambio mínimo detectable (127,128).

Los incrementos de velocidad obtenidos en el GI al finalizar el estudio son similares a los de *Stevens et al. (2015) (118)*. De los dos estudios terrestres en sujetos con LME aguda con una intervención con robot para suspensión del peso corporal (Lokomat), en *Alcobendas-Maestro et al. (2012)* el aumento de la velocidad en la marcha fue de 0,1 m/s (193), similar a nuestros resultados y en *Esclarín-Ruz et al. (2014)* fue algo menor (0,08 m/s) (194). En el estudio de *Comino-Suarez et al. (2025)* en el que se combinó en entrenamiento en robot con suspensión del peso corporal (Lokomat) con estimulación medular (182), el

incremento de velocidad obtenido fue considerablemente menor que el de nuestro estudio (0,04 m/s). En estos tres estudios las intervenciones fueron de mayor duración que en la presente tesis. En los trabajos publicados en otras enfermedades neurológicas con intervenciones en el medio acuático, los incrementos de velocidad fueron inferiores a los de nuestro estudio, tanto en ACV (0,04 m/s) (196), como en EM (0,07 m/s) (178), y solamente fueron similares a nuestros resultados en un estudio en sujetos con ACV de menos de 6 meses de evolución (0,18 m/s) (183). Por lo que la FA podría considerarse como una buena alternativa para mejorar la velocidad de la marcha.

La escala WISCI-II muestra una correlación entre las pruebas de equilibrio (TUG) y marcha (10MWT y 6MWT) (140,197,198), aunque se ha descrito que en sujetos con una capacidad de marcha gravemente deteriorada, esta escala mostró una correlación deficiente con las pruebas cronometradas (199). Varios autores explicaron que, con en el mismo tipo de LME y tiempo evolutivo, los sujetos lograban mejorar la velocidad pero no la capacidad de la marcha (199,200). Estas discrepancias entre WISCI-II y las pruebas de marcha cronometradas se dieron en este estudio. Hubo 5 sujetos en el GI y 9 en el GC, que no cambiaron su puntuación WISCI-II durante el desarrollo de la investigación, pero sí aumentaron sus resultados en las escalas de equilibrio y marcha citadas anteriormente al finalizar el estudio, y en 3 sujetos del GI y uno del GC aumentaron su puntuación en WISCI-II, pero disminuyeron todos los resultados en TUG, 10MWT y 6MWT.

Esto podría ser clínicamente relevante en LMEi aguda, pues como ya se ha comentado, un cambio de ayuda técnica, aunque se corresponde en sí mismo con una mejor estabilidad, necesita un periodo de adaptación de semanas o meses en los que la resistencia y la velocidad de la marcha pueden verse afectadas. En el caso de LMEi crónica, varios estudios demuestran que los cambios de ayudas técnicas no afectan a la velocidad, ni a la resistencia (201,202). *Bateni* et al. (2005) no encontraron diferencias significativas entre usar diferentes ayudas técnicas en la prueba de 10MWT y 6MWT argumentando que el uso de una ayuda técnica no adecuada a la capacidad real de sujeto y aquellas que con menos soporte pueden ser menos restrictivas, dando mayor

Página | 182

independencia y mejorando el patrón de marcha (203). Por su parte *Haubert et al.* (2006) tampoco encontraron diferencias en la velocidad de la marcha en LME crónica entre usar andador o bastones (201). Sin embargo, *Saensook et al.* (2014) (204) encontraron que con ayudas técnicas menores, la velocidad y la resistencia aumentaron. Esto es posible en LME crónicas como la población estudiada por *Saensook et al.* (2014), pero creemos que en LME agudos estos resultados no son posibles. Por tanto, parece probado que la resistencia y la velocidad de marcha son predictores importantes de la capacidad de deambulaci3n (205,206), pero que por s3 solas no son suficientes para describir el estado de marcha de los sujetos con LMEi aguda, y la informaci3n adicional sobre dispositivos de asistencia y necesidad de ayuda, como la proporcionada por el WISCI-II, tiene un gran valor (200).

El porcentaje de participantes que mejoraron al menos un 20% en la escala WISCI-II fue mayor en el GI (72,70% vs 57,5%). Y aunque la mejor3a media obtenida fue similar en ambos grupos (3,54 puntos vs 3,46 puntos), el porcentaje de sujetos que subieron 2 niveles en la escala (valor considerado cl3nicamente relevante) tambi3n fue superior en el GI (72,7% vs 65,4%). Adem3s, el 92,3% (12 de 13) de los sujetos del GI que al inicio necesitaban asistencia f3sica consiguieron marcha independiente al final del estudio, frente al 64,3% (9 de 14) del GC. Aunque no se encontraron diferencias estad3sticamente significativas, estos cambios suponen una mejora importante en la independencia, ya que les permite poder caminar peque3as distancias en un entorno controlado sin ning3n tipo de ayuda f3sica, aunque eso suponga una disminuci3n en la velocidad de la marcha.

Existe un estudio de caso-control publicado recientemente por *Garc3a-Rudolph et al.* (2024) realizado en poblaci3n espa3ola con LME aguda, en el que comparan haber incluido FA o no como parte de su tratamiento rehabilitador y encontraron que los sujetos que recibieron FA mejoraron 7 puntos m3s en la escala WISCI-II que los que no la recibieron ( $p < 0,05$ ), que es el doble de la mejor3a encontrada en nuestro GI (94). Las diferencias entre los resultados del estudio de *Garc3a-Rudolph et al.* (2024) y el nuestro son dif3ciles de explicar, pero al ser un estudio retrospectivo es posible que los casos y los controles

seleccionados no hayan tenido las mismas posibilidades de realizar FA y puede existir riesgo de sesgo de información.

Los estudios mencionados anteriormente, realizados en LMEi aguda con otros tratamientos terrestres (193,194), obtuvieron una mejora media de 12 y 4 puntos respectivamente, superiores a la encontrada en nuestro estudio. Por el contrario, en el estudio de *Comino-Suarez et al. (2025)*, que añadió estimulación medular al entrenamiento en robot con suspensión del peso corporal, el incremento medio en las puntuaciones de la escala WISCI-II fue de 2,99 inferior al nuestro (182). En ninguno de estos estudios se realizó un análisis por categorías de WISCI-II, pero, en cualquier caso, los resultados indican que la FA puede ser de interés para contribuir a mejorar la capacidad de marcha.

A la vista de los resultados obtenidos en las pruebas de marcha, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en otros estudios realizados en LME en medio terrestre y en otras enfermedades neurológicas en medio acuático, se puede considerar que la FA podría ser una alternativa terapéutica para mejorar la resistencia, la velocidad y la capacidad de la marcha, ya que los resultados son, en general, similares, con un número de sesiones de FA igual o menor. Pero son necesarios más estudios con tamaños muestrales adecuados y en los que se tenga en cuenta los momentos en los que se producen cambios de ayudas técnicas para la marcha.

### **7.3.3 Calidad de vida relacionada con la salud**

La CVRS fue definida por *Calman et al., (1984)* como «la diferencia en un período de tiempo específico entre las esperanzas y expectativas del individuo y las experiencias reales» (207), y en 1994, la Organización Mundial de la Salud lo definió como «la percepción que tiene un individuo de su posición en la vida en el contexto de la cultura y los sistemas de valores en los que vive y en relación con sus metas, expectativas, estándares y preocupaciones» (208). Numerosos trabajos de investigación científica emplean hoy este concepto para referirse a la percepción que tiene el paciente de los efectos de una enfermedad o de la aplicación de un tratamiento en diversos ámbitos de su vida, especialmente de

las consecuencias que provoca sobre su bienestar físico, emocional y social (209).

El carácter subjetivo y multidimensional de la CVRS hacen que sea un concepto complejo y difícil de medir, ya que en él están implicados múltiples componentes. En el caso de la LME, la CVRS está influenciada por factores de carácter individual, social y psicológico (210) como el nivel y extensión de la lesión, la edad, el tiempo transcurrido, la situación social (211) y la existencia de complicaciones secundarias (212).

Este es el primer estudio que conocemos que evalúa la CVRS en LMEi con una intervención en el medio acuático. Para ello se utilizó un cuestionario genérico (EQ-5D/5L) y otro específico de LME (QLI-SCI). Los instrumentos genéricos abarcan diversas dimensiones y están diseñados para su aplicación en la población en general y en múltiples condiciones de salud. Esto permite realizar comparaciones entre individuos sanos y aquellos que padecen distintas afecciones (209). Los cuestionarios específicos incluyen sólo los aspectos más relevantes de un determinado problema de salud de una población específica y valoran ciertas funciones o determinados síntomas clínicos. Tienen la ventaja de presentar mayor sensibilidad a los cambios en la CVRS que los genéricos, aunque no son aplicables a la población general y no permiten comparaciones entre diferentes afecciones (209).

Mejorar la CVRS requiere generalmente un tiempo superior a las 6 semanas que duró este protocolo, máxime cuando la población estudiada son LME en las fases tempranas de la lesión (213), por lo que no es de extrañar que no se encontraran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguna de las dimensiones o subescalas analizadas, ni en las puntuaciones totales de los cuestionarios. Sin embargo, un 22,7% de los participantes del GI y un 30,8% de los del GC mejoraron al menos un 20% su puntuación en el índice EQ-5D, valores que no consideramos despreciables desde el punto de vista clínico, y pueden contribuir a mejorar el conocimiento sobre la evolución de las perspectivas de los lesionados medulares.

Se considera que la calidad de vida que presentan los sujetos con LME es inferior a la referida por la población general (214). Lo que se observa también en los resultados obtenidos en este estudio, donde los valores del índice EQ-5D fueron de 0,48 para el GI y de 0,55 para el GC, muy inferiores a los de la población general adulta española (0,97). Igual sucede con las puntuaciones obtenidas en la escala analógica que valora la percepción de los participantes sobre “su estado de salud hoy”, en la que se obtuvieron puntuaciones medias de 65,9 y 67,11 para los GI y GC, inferiores a las de la población general española cuyo rango va de 88,16 a 73,16 en función de la edad (215).

Aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas, en términos generales, los resultados obtenidos por dimensiones en el cuestionario EQ-5D/5L evidencian una reducción en el porcentaje de sujetos clasificados en los niveles más graves (4 y 5) en ambos grupos al finalizar la intervención, y son mejores que los obtenidos en otros estudios con LME (216,217), lo que sugiere una evolución positiva en la recuperación funcional. En términos de movilidad, el GI mostró una mejoría superior a la del GC. En el estudio de *Koga et al.* (2019) el porcentaje de sujetos que respondieron en los niveles más graves en movilidad sin realizar ninguna intervención fue similar al resultado de los sujetos de nuestro GC (42% vs 40%) (217), mientras que en el GI este porcentaje fue inferior (35%) al finalizar la intervención, lo que apoya la posible efectividad del protocolo aplicado. Llama la atención que al finalizar el estudio se incrementara el porcentaje de sujetos que respondieron 4 o 5 en la dimensión “dolor”, concretamente un 16% en el GI y 10% en el GC. Este fenómeno podría estar asociado al aumento de la movilidad, ya que la recuperación funcional puede conllevar la aparición de dolor articular, muscular o neuropático.

En el cuestionario específico QLI-SCI se observó al final del estudio una peor puntuación en todas las subescalas en ambos grupos, salvo en la subescala psicológica/ espiritual, y aunque no se alcanzó la significación estadística esta peor puntuación fue más marcada en el GC. Estos resultados podrían indicar una peor calidad de vida; sin embargo, el carácter multifactorial y las dificultades para valorar la CVRS ya comentados, hacen que estos datos deban interpretarse con cautela, ya que posiblemente estén influenciados por factores que no se han

analizado en este estudio. O incluso podrían ser variables dado el carácter inestable de la LME estas fases.

En la puntuación total de esta escala la disminución en el GI fue menor que el GC (0,3 vs 1,84 puntos), como consecuencia de la disminución de la puntuación en las subescalas salud/funcionamiento, socioeconómico y familia. La subescala psicológica/ espiritual fue la única que aumentó 0,26 puntos en el GI, mientras que disminuyó 1,83 puntos en el GC. El aumento de la subescala psicológica/espiritual y la menor disminución en el resto de las subescalas en el GI podría explicarse por la propia intervención de FA y por los efectos de la inmersión, ya que la FA aplica las tres dimensiones de la CIF, mejorando la condición física, psicológica y facilitando la integración social de los lesionados medulares (75). Y en el medio acuático, no solo se produce un aumentando de libertad de movimientos, sino que también se fortalecen las relaciones interpersonales debido al trato cercano que tienen los participantes entre sí, ya que realizaban la intervención dos participantes durante las 6 semanas, coincidiendo la mayor parte de la intervención, siendo este entorno muy diferente al de una sala de rehabilitación. Diversos estudios han investigado los efectos psicológicos de la terapia acuática en diferentes poblaciones y patologías (218–221) y en general han mostrado una disminución de la ansiedad, mejora del estado de ánimo, y un aumento de la sensación de bienestar, posiblemente relacionado con el aumento del tono parasimpático y disminución del tono simpático que se producen durante la inmersión en agua a temperatura neutra o tibia (222). Por lo que parece conveniente explorar con nuevas investigaciones el efecto real de la FA en la subescala psicológica de los lesionados medulares.

El nivel de calidad de vida de los participantes de este estudio es similar a encontrado en otros estudios transversales llevados a cabo con este cuestionario y realizados en España y Canadá (154,223). *May et al.* (2002) realizó un estudio descriptivo donde la subescala familia obtuvo la mayor puntuación, igual que sucede en los dos grupos de nuestro estudio (154). En el trabajo realizado por *Lai et al.* (2016) solo se produjeron cambios a las 8 semanas en la subescala familia, y estos fueron mínimos (223).

Lo mismo sucede en otros estudios de LME tanto en crónicos como en subagudos en los que se ha incluido el análisis de la calidad de vida medida con diferentes cuestionarios. En ellos, se ha encontrado que los cambios producidos fueron mínimos o inexistentes (216,224,225).

Los resultados obtenidos en esta investigación subrayan la importancia de establecer protocolos de intervención que optimicen la funcionalidad, atendiendo también al bienestar psicológico y emocional, y ponen de manifiesto la necesidad de mejorar el conocimiento sobre la CVRS en las fases agudas de la lesión. Además, es imprescindible ampliar los estudios a los estadios crónicos de la enfermedad, pues con el tiempo la CVRS de los lesionados medulares podría mejorar en algunos aspectos y empeorar en otros debido a la aparición de comorbilidades asociadas a la edad, como la osteoporosis, o a la sobrecarga articular derivada del uso de la silla de ruedas (210).

## **7.4 Fortalezas del estudio y limitaciones**

La mayor fortaleza de esta tesis doctoral recae en el diseño utilizado, nuevo en este ámbito de aplicación, dado que hasta la fecha no existe ningún ensayo clínico en LME con intervención de FA. Este trabajo contribuye a mejorar el conocimiento sobre el uso de la FA con los resultados de un análisis en 50 participantes con LME AIS C-D con menos de 6 meses de evolución. Varios estudios han usado las técnicas desarrolladas en el medio acuático como son la FAE (155,226,227) y el Ai-Chi clínico en otras patologías (91,195,228) pero hasta ahora son escasos los estudios publicados en LME y ninguno de ellos han sido ensayos clínicos (94,167). El protocolo de FA utilizado es el primero que combina técnicas específicas de FA como es la FAE y el Ai-Chi clínico y en el que, además, se controla la intensidad del trabajo en cada fase de la intervención.

El tamaño muestral fue suficiente para detectar el cambio en la variable principal planteada en la hipótesis, y en los criterios de selección (111,118,175). Se optó por incluir lesiones a partir de T1 para evitar así sujetos con lesiones cervicales en los que la afectación podría ser mayor en las EESS que en las EEII y evitar complicaciones cardiorrespiratorias graves que dificultaran el cumplimiento del

protocolo. El haber seleccionado sujetos sin afectación de EESS permitió centrar la intervención en tronco y EEII.

Los grupos participantes resultaron homogéneos en cuanto a las características basales, lo que garantiza una comparabilidad adecuada entre ellos. Además, para controlar posibles variables de confusión y reforzar la validez interna del estudio se realizó un análisis multivariado en las variables que resultaron estadísticamente significativas (BBS, TUG, 6MWT).

Todos los instrumentos de medida utilizados están validados para la población con LME. Asimismo, los evaluadores responsables de la recogida de datos fueron previamente adiestrados y entrenados bajo un protocolo común de actuación, con el fin de garantizar la validez en la medición de las variables y reducir al mínimo los posibles sesgos derivados del procedimiento evaluativo.

Dado que la intervención no podía ser enmascarada, se optó por realizar una evaluación ciega de las variables de respuesta, de modo que el evaluador desconociera la asignación de los participantes a los distintos grupos. Con el fin de evitar posibles sesgos derivados de una contaminación del evaluador, se llevó a cabo un proceso de sensibilización con los participantes, enfatizando la importancia de la confidencialidad y solicitando su compromiso formal al respecto.

Se consiguió completar la intervención de FA en el 96% de los participantes, a pesar de la inestabilidad a nivel neurovegetativo (aparato digestivo, urinario, cardiovascular) inherente a la fase aguda de la lesión. Y a pesar de que la aplicación de la intervención coincidió, durante sus primeros meses, con el periodo posterior a la pandemia por COVID-19. Nuestro estudio pone de manifiesto que es posible realizar FA en fases tempranas de la lesión.

Esta investigación presenta una serie de limitaciones que pueden influir en el alcance y la generalización de los hallazgos.

Hubiera sido de interés poder contar con un mayor tamaño muestral, que permitiera detectar cambios en las variables secundarias, pero la dificultad para el reclutamiento de participantes hubiera hecho inviable el estudio.

Tras las mejoras obtenidas en el equilibrio a las 6 semanas, hubiera sido de interés poder aumentar la duración del protocolo de intervención para que esta mejora del equilibrio se reflejara en los resultados de la marcha. Esto no fue posible debido a que, en muchos casos, prolongar la intervención hubiera retrasado el alta hospitalaria, lo que hubiera supuesto un problema ético, o hubiera dado lugar a un incumplimiento del protocolo. Por las mismas razones, tampoco se pudo realizar un seguimiento tras la intervención.

Finalmente, hubiera sido interesante para poder comprender mejor los efectos de la FA, recogiendo otras variables como las fechas de los cambios de ayudas técnicas, el número de caídas, sensibilidad, dolor específico, balance muscular o espasticidad para así relacionarlo con los resultados obtenidos.

## **7.5 Relevancia clínica y futuras líneas de investigación**

Múltiples grupos de investigación básica están tratando de esclarecer los mecanismos que ocurren en la médula espinal tras la lesión, para intentar conseguir que el daño medular pueda ser reversible (229). Aunque existen grandes avances, aún no se ha llegado a encontrar la forma de revertir la lesión, por lo que tratar de recuperar la función lo antes posible y evitar secuelas neurológicas siguen siendo objetivos prioritarios en el manejo de los lesionados medulares (230). Teniendo en cuenta la incidencia, el impacto que causa sobre la calidad de vida, la diversidad de tratamientos disponibles y el coste personal y social que supone la LME, buscar medidas de rehabilitación seguras, con escaso o nulo riesgo de aparición de efectos secundarios, y que puedan aplicarse en las fases tempranas en la rehabilitación, resulta relevante dado el carácter crónico de la lesión y la elevada supervivencia en LME AIS C y D. En esta línea, se enmarcan los objetivos principales y secundarios de esta tesis doctoral.

Los resultados obtenidos en este estudio ofrecen la posibilidad de dar más protagonismo al medio acuático en el ámbito de la rehabilitación y la fisioterapia. Por un lado, el estudio aporta información valiosa para el manejo de la LME en el medio acuático, ya que es una población a la que en muchos casos se les restringe el acceso a la FA por la complejidad de manejo que ello supone (165,168). En esta tesis se han explicado las numerosas adaptaciones, que abren la puerta a futuras investigaciones en este tipo de sujetos.

Los hallazgos del estudio pueden suponer múltiples implicaciones en el ámbito clínico y, además, motivan la apertura de futuras líneas de investigación. Siendo necesarios más estudios para poder conocer cuál es el momento más adecuado para su aplicación y cuál es la dosificación y la duración necesaria para obtener el mayor beneficio posible, así como para explorar otros objetivos terapéuticos.

La implicación más significativa de este estudio es el poder disponer de un protocolo sistematizado de FA para la recuperación del equilibrio y la marcha en LMEi en las fases tempranas de la lesión, que hasta ahora no existía.

Por otra parte, en el medio terrestre es necesario el uso de dispositivos de seguridad como cinchas o arneses y esto puede provocar daños como abrasiones, contusiones, distensiones o fracturas, que precisamente estos sujetos con alteraciones de la sensibilidad tienen más riesgo de padecer. En cambio, en el medio acuático, al no tener que utilizar ninguna sujeción todas estas situaciones clínicas adversas se eliminan.

Un aspecto particularmente relevante ha sido que, a raíz de esta investigación, se ha implementado el protocolo de FA en la unidad de hidroterapia del HNP. La buena tolerancia por parte de los participantes, la ausencia de riesgos o efectos adversos, y la demostrada aplicabilidad del tratamiento facilitaron la transferencia de este ensayo clínico al ámbito asistencial de la unidad de hidroterapia. Asimismo, a partir de esta experiencia, se desarrolló un protocolo de intervención adaptado al nivel y extensión de la LME, en respuesta a la necesidad de individualizar los tratamientos según las características clínicas de cada sujeto. Este avance ha supuesto un hito significativo, propiciando además la creación de la primera formación específica en FA para fisioterapeutas del

Servicio de Salud de Castilla -La Mancha, impartida en el HNP con el objetivo de capacitar adecuadamente a los profesionales en esta modalidad terapéutica.

Los hallazgos de este estudio permiten delinear diversas líneas de investigación futuras. Una de las principales propuestas consistiría en determinar la pauta más adecuada de FA en cuanto al número de sesiones, dosificación, duración del tratamiento, y el uso de las técnicas adecuadas a cada tipo de lesión, así como y valorar la posibilidad de emplear la FA como tratamiento previo a realizar movilizaciones en tierra. Además, sería de interés realizar estudios de seguimiento con el fin de evaluar si los beneficios observados se mantienen a lo largo del tiempo y se traducen en una mejora funcional sostenida.

De igual forma, sería pertinente desarrollar investigaciones que comparen la eficacia de la FA frente a otros métodos de rehabilitación con descarga de peso corporal, tales como la desgravitación terrestre o la marcha robotizada asistida. Estas comparaciones permitirían determinar la modalidad terapéutica más adecuada en función del nivel de lesión y del perfil funcional del sujeto.

La FA permite trabajar además otros objetivos añadidos a la mejora del equilibrio y la marcha, como la espasticidad, el dolor o la función respiratoria por lo que sería oportuno explorar estos aspectos. Igualmente, sería relevante analizar la eficacia de la FA en otro tipo de LME (AIS A-B, niveles cervicales, etc).

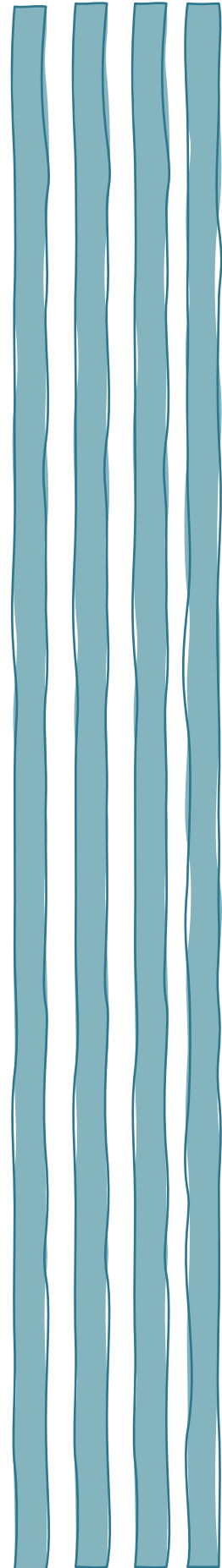
Asimismo, considerando la influencia potencial del entorno acuático sobre aspectos psicológicos, emocionales y motivacionales, se plantea como línea de investigación futura el estudio del impacto psicosocial de la intervención acuática en participantes con LME. Esta investigación podría abordar variables como el bienestar subjetivo y la percepción de autonomía, a través de un enfoque cualitativo que permita profundizar en la experiencia de los sujetos. Dichos factores pueden desempeñar un papel determinante en la adherencia al tratamiento y en el éxito del proceso rehabilitador. En este sentido, el Grupo de Investigación en Agua y Salud de la Universidad de Castilla-La Mancha, al que se adscribe esta tesis doctoral, está desarrollando actualmente un estudio cualitativo con profesionales y pacientes del HNP, con el objetivo de ampliar el

conocimiento sobre sus percepciones y experiencias, y contribuir así a la mejora futura de las intervenciones terapéuticas en el medio acuático.

Finalmente, la introducción de esta modalidad en el contexto hospitalario ha puesto de manifiesto la necesidad de formación específica para fisioterapeutas en FA. Por ello, sería conveniente desarrollar estudios que evalúen los efectos de la capacitación profesional en esta área, así como establecer estándares competenciales que garanticen una práctica basada en la evidencia, segura y eficaz.



## ***8. Conclusiones***







## 8. Conclusiones

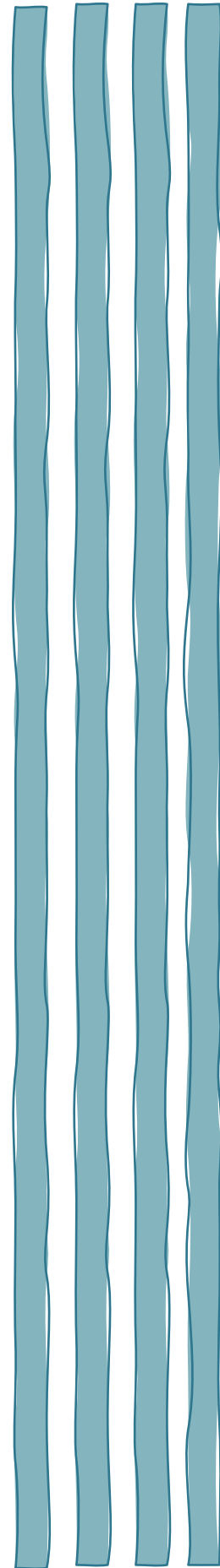
Los resultados de la presente tesis doctoral permiten extraer las siguientes conclusiones:

- La FA aplicada durante 6 semanas se ha mostrado eficaz para mejorar al menos un 20% las puntuaciones en la escala BBS, lo que indica una mejora en el equilibrio en lesionados medulares de menos de 6 meses de evolución.
- Aunque en las pruebas de posturografía no se ha alcanzado la significación estadística, los resultados sugieren que la FA utilizada puede mejorar el equilibrio en terrenos inestables y mejorar las estrategias para mantener el equilibrio, asemejándolas a las estrategias utilizadas por personas sanas.
- La FA aplicada durante 6 semanas no ha mostrado eficacia para mejorar la resistencia y la velocidad de la marcha.
- Los resultados obtenidos en la capacidad de la marcha en tan corto tiempo sugieren un posible efecto beneficioso de la FA.
- El efecto de la FA sobre el equilibrio es mayor en los lesionados medulares menores de 40 años, por lo que sería un factor a tener en cuenta para su aplicación clínica. Las demás variables sociodemográficas y clínicas no influyeron en los resultados.
- La CVRS no se modificó en ningún grupo, posiblemente debido a su carácter multifactorial y a la situación inestable de los participantes en las fases tempranas de la enfermedad.





## ***9. Bibliografía***





## 9. Bibliografía

1. Quinzaños Fresnedo J, Sahagún Olmos RC, León Hernández SR, Pérez Zavala R, Quiñones Uriostegui I, Solano Salazar CJ, et al. Short-term effects of gait training on a robotic orthosis (Lokomat®) with auditory feedback in patients with chronic incomplete spinal cord injury . *Rehabilitacion*. 2015;49(1):30-7.
2. Hurlé González JMH. Componentes y estructura general del sistema nervioso central. Anatomía macroscópica de la médula espinal. En: García-Porrero JA, editor. *Neuroanatomía humana*. España: Panamericana; 2015. p.26-36.
3. Milian Alonso M, González Gonzalo G. Lesión medular incompleta: síndromes medulares. Gómez-Soriano J, editor. España: Panamericana; 2023. p. 177-186.
4. Cuevas González MJ, Barrio Lera JP. Organización funcional del sistema nervioso central. En: Calvo JS, editor. *Sistema nervioso: Métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas*. España: Panamericana; 2019. p. 769-72.
5. Rupp R, Biering-Sørensen F, Burns SP, Graves DE, Guest J, Jones L, et al. International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2021;27(2):1-22.
6. Soto Vidal C. Organización morfofuncional del sistema nervioso. Bases para el razonamiento clínico y diagnóstico. En: Seco Calvo J, editor. *Sistema nervioso: Métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas*. España. Panamericana; 2019. p. 3-12.
7. Schumacher U, Schulte E. Prometheus. Texto y atlas de anatomía. 5ª. Schünke M, editor. España: Panamericana; 2021. p. 296-299.
8. Derrickson B. Fisiología Humana. Derrickson B, editor. España: Panamericana; 2018. p. 238-249.
9. Gasull Casanova X. Funciones motoras de la médula espinal; los reflejos medulares. En: Hall JE, Hall ME, editores. *Guyton y Hall Tratado de fisiología médica*. España: Elsevier Health Sciences; 2021. p. 686-709.

10. Hurlé González JM. Vascularización del sistema nervioso central. En: García-Porrero Pérez JA, editor. Neuroanatomía humana. España: Panamericana; 2015. p. 203-19.
11. Wyndaele M, Wyndaele JJ. Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey? Spinal Cord. 2006 Sep;44(9):523-9.
12. Haddad AF, Burke JF, Dhall SS. The Natural History of Spinal Cord Injury. Neurosurg Clin N Am. 2021;32(3):315-21.
13. ASIA and ISCoS International Standards Committee. The 2019 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)—What's new? Spinal Cord. 2019;57(10):815-7.
14. Franz S, Heutehaus L, Weinand S, Weidner N, Rupp R, Schuld C. Theoretical and practical training improves knowledge of the examination guidelines of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury. 2022. 60(1):1-10.
15. Snider BA, Eren F, Reeves RK, Rupp R, Kirshblum SC. The International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury: Classification Accuracy and Challenges. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2023;29(1):1-15.
16. Kirshblum S, Schmidt Read M, Rupp R. Classification challenges of the 2019 revised International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI). Spinal Cord. 2022;60(1):11-7.
17. ASIA. American Spinal Injury Association. [citado 9 de marzo de 2025]. ISNCSCI - Spanish. Disponible en: <https://asia-spinalinjury.org/wp-content/uploads/2024/04/Spanish-ISNCSCI-Worksheet-final.pdf>
18. Molinares DM, Gater DR, Daniel S, Pontee NL. Nontraumatic Spinal Cord Injury: Epidemiology, Etiology and Management. J Pers Med. 2022;12(11):1872.
19. Organización Mundial de la Salud. Lesión de la médula espinal [Internet]. [citado 11 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>
20. Ding W, Hu S, Wang P, Kang H, Peng R, Dong Y, et al. Spinal Cord Injury: The Global Incidence, Prevalence, and Disability From the Global Burden of Disease Study 2019. Spine (Phila Pa 1976). 2022;47(21):1532-40.

21. Sebastià-Alcácer V, Alcanyis-Alberola M, Giner-Pascual M, Gomez-Pajares F. Are the characteristics of the patient with a spinal cord injury changing? *Spinal Cord*. 2014;52(1):29-33.
22. National Spinal Cord Injury Statistical Center. Lesión traumática de la médula espinal. Un vistazo de datos y cifras [Internet]. [citado 27 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.nscisc.uab.edu/>
23. Scivoletto G, Miscusi M, Forcato S, Ricciardi L, Serrao M, Bellitti R, et al. The Rehabilitation of Spinal Cord Injury Patients in Europe. *Acta Neurochir Suppl*. 2017;124:203-10.
24. Wyndaele M, Wyndaele JJ. Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey? *Spinal Cord*. 2006;44(9):523-9.
25. Pérez C. Ministerio de Sanidad, política social e igualdad. Lesiones Medulares Traumáticas y Traumatismos Craneoencefálicos en España 2000-2008. Disponible en: [https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/lesiones/seguridadVial/documentosTecnicos/docs/Lesiones\\_Medulares\\_WEB.pdf](https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/lesiones/seguridadVial/documentosTecnicos/docs/Lesiones_Medulares_WEB.pdf).
26. Wang Z, Zhou W, Li M. Epidemiological characteristics of 1,806 patients with traumatic spinal cord injury: A retrospective study. *Front Surg*. 2023;9:953-88.
27. World Health Organization. International classification of functioning, disability and health: ICF. Geneva: World Health Organization; 2001. 299-317 p.
28. Strauss DJ, Devivo MJ, Paculdo DR, Shavelle RM. Trends in life expectancy after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(8):1079-85.
29. Access Economics. The Economic Cost of Spinal Cord Injury and Traumatic Brain Injury in Australia [Internet]. 2009 [citado 3 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.spinalcure.org.au/pdf/Economic-cost-of-SCI-and-TBI-in-Au-2009.pdf>
30. Galán Arriero I, Ávila Martín G, Taylor J. Fisiopatología de la lesión medular. Hacia la reparación de la médula espinal. En: Gómez-Soriano J, editor. *Fisioterapia en el paciente con lesión medular: un enfoque clínico y científico*. España: Panamericana; 2023. p. 13-24.

31. Hall J, Guyton A. El sistema nervioso autónomo y el sistema suprarrenal. En: Hall J, Guyton A, editores. Tratado de fisiología médica. 14ª. Barcelona: Elsevier España; 2021. p. 763-744.
32. American College of Surgeons. ATLS: Advanced Trauma Life Support Student Course Manual [Internet]. 10ª. Chicago: American College of Surgeons; 2018 [citado 3 de junio de 2025]. p. 61-63. Disponible en: [https://pubhtml5.com/oxsy/uctd/ATLS\\_10th\\_Edition\\_Student\\_Manual/](https://pubhtml5.com/oxsy/uctd/ATLS_10th_Edition_Student_Manual/)
33. Atienza Perez M del M, Aponte Pertejo A. Primeros cuidados frente al lesionado medular agudo. En: Esclarín De Ruz A, editor. Lesión medular Enfoque multidisciplinario. España: Panamericana; 2009. p. 31-44.
34. Ahuja CS, Wilson JR, Nori S, Kotter MRN, Druschel C, Curt A, et al. Traumatic spinal cord injury. Nat Rev Dis Primer. 2017;3:17018.
35. Greenberg M. Handbook of Neurosurgery. 9ª. Nueva York: Thieme; 2020. p. 867-869.
36. Ditunno JF, Little JW, Tessler A, Burns AS. Spinal shock revisited: a four-phase model. Spinal Cord. 2004;42(7):383-95.
37. Eli I, Lerner DP, Ghogawala Z. Acute Traumatic Spinal Cord Injury. Neurol Clin. 2021;39(2):471-88.
38. Strassburguer K, Hernández Porras Y, Barquín Santos E. ASPAYM Madrid. [citado 31 de marzo de 2025]. Guía para el manejo integral del paciente con lesión medular crónica. Disponible en: <https://www.aspaymmadrid.org/publicaciones-aspaym/guia-para-el-manejo-integral-del-paciente-con-lesion-medular-cronica/>
39. Onifer SM, Smith GM, Fouad K. Plasticity After Spinal Cord Injury: Relevance to Recovery and Approaches to Facilitate It. Neurotherapeutics. 2011;8(2):283-93.
40. Hagen EM. Acute complications of spinal cord injuries. World J Orthop. 2015;6(1):17-23.
41. Labruyère R, Agarwala A, Curt A. Rehabilitation in spine and spinal cord trauma. Spine. 2010;35(21 Suppl):S259-262.
42. Nair KPS, Marsden J. The management of spasticity in adults. BMJ. 2014;349:g4737.
43. Dalyan M, Sherman A, Cardenas DD. Factors associated with contractures in acute spinal cord injury. Spinal Cord. 1998;36(6):405-8.

44. Bravo Cortés, Pilar, Fernández Ureña, A., Gambarrutta Malfatti, C.E. Fisioterapia respiratoria. En: Gómez-Soriano J, editor. Fisioterapia en el paciente con Lesión Medular. España: Panamericana; 2023. p. 223-34.
45. Holmlund T, Ekblom-Bak E, Franzén E, Hultling C, Wahman K. Intensity of physical activity as a percentage of peak oxygen uptake, heart rate and Borg RPE in motor-complete para- and tetraplegia. PLoS ONE. 2019;14(12):e0222542.
46. Holmlund T, Ekblom-Bak E, Franzén E, Hultling C, Wahman K. Energy expenditure after spinal cord injury in people with motor-complete tetraplegia or motor-complete paraplegia. Spinal Cord. 2018;56(3):274-83.
47. McKinley WO, Jackson AB, Cardenas DD, DeVivo MJ. Long-term medical complications after traumatic spinal cord injury: a regional model systems analysis. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80(11):1402-10.
48. López Muñoz P, Milian Alonso M, López López E. Lesión medular en personas mayores. En: Gómez-Soriano J, editor. Fisioterapia en el paciente con lesión medular. España: Panamericana; 2023. p. 213-9.
49. Abdel-Azim M, Sullivan M, Yalla SV. Disorders of bladder function in spinal cord disease. Neurol Clin. 1991;9(3):727-40.
50. Stone JM, Nino-Murcia M, Wolfe VA, Perkasch I. Chronic gastrointestinal problems in spinal cord injury patients: a prospective analysis. Am J Gastroenterol. 1990;85(9):1114-9.
51. Lynch AC, Antony A, Dobbs BR, Frizelle FA. Bowel dysfunction following spinal cord injury. Spinal Cord. 2001;39(4):193-203.
52. Paralyzed Veterans of America Consortium for Spinal Cord Medicine. Preservation of upper limb function following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. J Spinal Cord Med. 2005;28(5):434-70.
53. Lazo MG, Shirazi P, Sam M, Giobbie-Hurder A, Blacconiere MJ, Muppidi M. Osteoporosis and risk of fracture in men with spinal cord injury. Spinal Cord. 2001;39(4):208-14.
54. Siroky M. Pathogenesis of bacteriuria and infection in the spinal cord injured patient. Am J Med. 2022;8(113 Suppl 1A):67S-79S.
55. Buker DB, Oyarce CC, Plaza RS. Effects of Spinal Cord Injury in Heart Rate Variability After Acute and Chronic Exercise: A Systematic Review. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2018;24(2):167-76.

56. Burchiel KJ, Hsu FP. Pain and spasticity after spinal cord injury: mechanisms and treatment. *Spine*. 2001;26(24 Suppl):S146-160.
57. Kaplin AI, Krishnan C, Deshpande DM, Pardo CA, Kerr DA. Diagnosis and management of acute myelopathies. *The Neurologist*. 2005;11(1):2-18.
58. Fawcett JW, Curt A, Steeves JD, Coleman WP, Tuszynski MH, Lammertse D, et al. Guidelines for the conduct of clinical trials for spinal cord injury as developed by the ICCP panel: spontaneous recovery after spinal cord injury and statistical power needed for therapeutic clinical trials. *Spinal Cord*. 2007;45(3):190-205.
59. Kirshblum S, Snider B, Eren F, Guest J. Characterizing Natural Recovery after Traumatic Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma*. 2021;38(9):1267-84.
60. Comino-Suárez N, Aparicio Garcia-Argudo C, Sinovas-Alonso MI. Bipedestación y marcha. En: Gómez-Soriano J, editor. *Fisioterapia en el paciente con lesión medular*. España: Panamericana; 2023. p.137-48.
61. Black FO, Nashner LM. Vestibulo-spinal control differs in patients with reduced versus distorted vestibular function. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1984;406:110-4.
62. Baydal-Bertomeu JM, Barberà I Guillem R, Soler-Gracia C, Peydro De Moya MF, Prat JM, Barona De Guzmán R. Determinación de los patrones de comportamiento postural en población sana española. *Acta Otorrinolaringológica Esp*. 2004;55(6):260-9.
63. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35 Suppl 2:ii7-11.
64. Kim JS, Lee JH, Lee MC. Patterns of sensory dysfunction in lateral medullary infarction. Clinical-MRI correlation. *Neurology*. 1997;49(6):1557-63.
65. Capaday C, Lavoie B, Barbeau H, Schneider C, Bonnard M. Studies on the Corticospinal Control of Human Walking. I. Responses to Focal Transcranial Magnetic Stimulation of the Motor Cortex. *J Neurophysiol*. 199d. C.;81(1):129-39.
66. Behrman AL, Harkema SJ. Physical rehabilitation as an agent for recovery after spinal cord injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2007;18(2):183-202, v.
67. Civas M, Akan OB. Rate of Information Flow Across Layered Neuro-Spike Network in the Spinal Cord. *IEEE Trans Nanobioscience*. 2020;19(3):368-77.

68. Musselman KE, Arora T, Chan K, Alavinia M, Bone M, Unger J, et al. Evaluating Intrinsic Fall Risk Factors After Incomplete Spinal Cord Injury: Distinguishing Fallers From Nonfallers. *Arch Rehabil Res Clin Transl*. 2021;3(1):100096.
69. Wirz M, Müller R, Bastiaenen C. Falls in Persons With Spinal Cord Injury: Validity and Reliability of the Berg Balance Scale. *Neurorehabil Neural Repair*. 2010;24(1):70-7.
70. Lemay JF, Nadeau S. Standing balance assessment in ASIA D paraplegic and tetraplegic participants: concurrent validity of the Berg Balance Scale. *SPINAL CORD*. 2010;48(3):245-50.
71. Scivoletto G, Romanelli A, Mariotti A, Marinucci D, Tamburella F, Mammone A, et al. Clinical factors that affect walking level and performance in chronic spinal cord lesion patients. *Spine*. 2008;33(3):259-64.
72. Scivoletto G, Di Donna V. Prediction of walking recovery after spinal cord injury. *Brain Res Bull*. 2009;78(1):43-51.
73. Barbeau H, Nadeau S, Garneau C. Physical determinants, emerging concepts, and training approaches in gait of individuals with spinal cord injury. *J Neurotrauma*. 2006;23(3-4):571-85.
74. Bishop L, Stein J, Wong CK. Robot-aided gait training in an individual with chronic spinal cord injury: a case study. *J Neurol Phys Ther JNPT*. 2012;36(3):138-43.
75. Lambeck J, Romay-Barrero H, Martínez Galán I. Terapia Acuática. En: Gómez-Soriano J, editor. *Fisioterapia en el paciente con lesión medular un enfoque clínico y científico*. España: Panamericana; 2023. p. 367-81.
76. Pinto C, Salazar AP, Marchese RR, Stein C, Pagnussat AS. The Effects of Hydrotherapy on Balance, Functional Mobility, Motor Status, and Quality of Life in Patients with Parkinson Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. *PM&R*. 2019;11(3):278-91.
77. Veldema J, Jansen P. Aquatic therapy in stroke rehabilitation: systematic review and meta-analysis. *Acta Neurol Scand*. 2021;143(3):221-41.
78. Moscoso F. Terapia acuática en neurorrehabilitación. *Rev Colomb Rehabil*. 2018;5:101.

79. Watelain E, Sultana R, Faupin A, Vallier JM, Kemoun G. Hidrokinesiterapia. Fundamentos e instalaciones. EMC - Kinesiterapia - Med Física. 2019;40(1):1-22.
80. Becker E. Biophysiologic Aspects of Hydrotherapy. En: Becker E, Cole J, editor. Comprehensive aquatic therapy. 2nd ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann; 2001. p 23-75.
81. Johansen LB, Foldager N, Stadeager C, Kristensen MS, Bie P, Warberg J, et al. Plasma volume, fluid shifts, and renal responses in humans during 12 h of head-out water immersion. *Appl Physiol*. 1992;73(2):539-44.
82. Fraile MA. Principios básicos y fundamentos de la terapia acuática. En: Rodríguez JG, Fraile MA, Fernández de las Peñas C, editores. Terapia acuática: Abordajes desde la fisioterapia y la terapia ocupacional. España: Elsevier Health Sciences; 2015. p. 7-14.
83. Brody LT, Geigle PR, editores. Physiological responses to immersion and aquatic exercise. En: Brody LT, Geigle PR, editores. Aquatic Exercise for Rehabilitation and Training. United States: Human Kinetics; 2009. p. 35-42.
84. Rivero Callejas LH. Principios físicos y terapéuticos de la hidrocinesiterapia (Terapia Acuática). *Rev Inv Inf Sal*. 2016;11(26):29-36.
85. Harrison R, Hillman M, Bulstrode S. Loading of the Lower Limb when Walking Partially Immersed: Implications for Clinical Practice. *Physiotherapy*. 1992;78(3):164-6.
86. Masumoto K, Shono T, Takasugi S ichiro, Hotta N, Fujishima K, Iwamoto Y. Age-related differences in muscle activity, stride frequency and heart rate response during walking in water. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol*. 2007;17(5):596-604.
87. Lambeck J, Gamper UN. The Halliwick Concept. En: Cole J, becker B, editor. Comprehensive aquatic therapy. United Kingdom: Butterworth-Heinemann; 2001. p. 77-107.
88. Lambeck J, Güeita-Rodríguez J. Terapia acuática específica (WST)- Programa de 10 puntos. En: Rodríguez JG, Fernández-De las Peñas C, Alonso Fraile M, editores. Terapia Acuática: Abordajes desde la fisioterapia y la terapia ocupacional. España; p. 297-287.

89. Dibble LE, Addison O, Papa E. The effects of exercise on balance in persons with Parkinson's disease: a systematic review across the disability spectrum. *J Neurol Phys Ther JNPT*. 2009;33(1):14-26.
90. Boomer A, Lambeck J. *Ai Chi: Applications in Clinical Practice*. En: *Comprehensive aquatic therapy*. United Kingdom: Butterworth-Heinemann; 2001. p. 171-91.
91. Nissim M, Livny A, Barmatz C, Tsarfaty G, Berner Y, Sacher Y, et al. Effects of Ai-Chi Practice on Balance and Left Cerebellar Activation during High Working Memory Load Task in Older People: A Controlled Pilot Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(23):12756.
92. Tapia C, Constanzo J, González V, Barría RM. The Effectiveness of Aquatic Therapy Based on the Halliwick Concept in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Dev Neurorehabilitation*. 2023;1-6.
93. Amedoro A, Berardi A, Conte A, Pelosin E, Valente D, Maggi G, et al. The effect of aquatic physical therapy on patients with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Mult Scler Relat Disord*. 2020;41:102022.
94. García-Rudolph A, Finestres J, Wright MA, Casanovas JM, Opisso E. Effectiveness and efficiency of aquatic therapy on independence in activities of daily living and mobility in post-acute spinal cord injury: A matched case-control study. *Physiother Res Int*. 2024;29(4):e2141.
95. Frye SK, Ogonowska-Slodownik A, Geigle PR. Aquatic Exercise for People With Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98(1):195-7.
96. National Spinal Cord Statistical Center. National Spinal Cord Injury Statistical Center. 2024 [citado 15 de marzo de 2025]. *Traumatic Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance*. Disponible en: <https://mskctc.org/sites/default/files/Facts-and-Figures-2024-Eng-508.pdf>
97. Fehlings MG, Tetreault LA, Aarabi B, Anderson P, Arnold PM, Brodke DS, et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury: Recommendations on the Type and Timing of Rehabilitation. *Glob Spine J*. 2017;7(3 suppl):231S-238S.
98. Maki BE, McIlroy WE. The role of limb movements in maintaining upright stance: the «change-in-support» strategy. *Phys Ther*. 1997;77(5):488-507.

99. Biasin L, Sage MD, Brunton K, Fraser J, Howe J ane, Bayley M, et al. Integrating aerobic training within subacute stroke rehabilitation: a feasibility study. *Phys Ther.* 2014;94(12):1796-806.
100. Boyne P, Billinger S, Mackay-lyons M, Barney B, Khoury J, Dunning K, et al. Exercise Prescription in Stroke Rehabilitation: A Web-Based Survey of US Physical Therapists. *Neurol Phys Ther.* 2017;41(2):119-28.
101. Soukkio P, Suikkanen S, Kääriä S, Kautiainen H, Sipilä S, Kukkonen-Harjula K, et al. Effects of 12-month home-based physiotherapy on duration of living at home and functional capacity among older persons with signs of frailty or with a recent hip fracture - protocol of a randomized controlled trial (HIPFRA study). *BMC Geriatr.* 2018;18(1):232.
102. Stevens SL, Caputo JL, Fuller DK, Morgan DW. Effects of underwater treadmill training on leg strength , balance , and walking performance in adults with incomplete spinal cord injury. 2015;38(1):91-101.
103. Kapadia N, Masani K, Catharine Craven B, Giangregorio LM, Hitzig SL, Richards K, et al. A randomized trial of functional electrical stimulation for walking in incomplete spinal cord injury: Effects on walking competency. *J Spinal Cord Med.* 2014;37(5):511-24.
104. Beekhuizen KS. New Perspectives on Improving Upper Extremity Function after Spinal Cord Injury. 2005;29(3):157-62.
105. Houston DJ, Unger J, Lee JW, Masani K, Musselman KE. Perspectives of individuals with chronic spinal cord injury following novel balance training involving functional electrical stimulation with visual feedback: a qualitative exploratory study. *J Neuroengineering Rehabil.* 2021;18(1):57.
106. Hallin P, Sullivan M, Kreuter M. Spinal cord injury and quality of life measures: a review of instrument psychometric quality. *Spinal Cord.* 2000;38(9):509-23.
107. Li C, Khoo S, Adnan A. Effects of aquatic exercise on physical function and fitness among people with spinal cord injury: A systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2017;96(11):e6328.
108. Marinho-Buzelli AR, Bonnyman AM, Verrier MC. The effects of aquatic therapy on mobility of individuals with neurological diseases: a systematic review. *Clin Rehabil.* 2015;29(8):741-51.

109. Inglés M, Serra-Añó P, Gambini J, Abu-Sharif F, Dromant M, Garcia-Valles R, et al. Active paraplegics are protected against exercise-induced oxidative damage through the induction of antioxidant enzymes. *Spinal Cord*. 2016;54(10):830-7.
110. Ogonowska-Slodownik A, Geigle PR, Gorman PH, Slodownik R, Scott WH. Aquatic, deep water peak VO<sub>2</sub> testing for individuals with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2019;42(5):631-8.
111. Marinho-Buzelli AR, Rouhani H, Craven BC, Masani K, Barela JA, Popovic MR, et al. Effects of water immersion on quasi-static standing exploring center of pressure sway and trunk acceleration: a case series after incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord Ser Cases*. 2019;5:5.
112. Marinho-Buzelli AR, Barela AMF, Craven BC, Masani K, Rouhani H, Popovic MR, et al. Effects of water immersion on gait initiation: part II of a case series after incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord Ser Cases*. 2019;5:84.
113. Marinho-Buzelli AR, Rouhani H, Masani K, Verrier MC, Popovic MR. The influence of the aquatic environment on the control of postural sway. *Gait Posture*. 2017;51:70-6.
114. Ellapen TJ, Hammill HV, Swanepoel M, Strydom GL. The benefits of hydrotherapy to patients with spinal cord injuries. *Afr J Disabil*. 2018;7(0):450.
115. Recio AC, Stiens SA, Kubrova E. Aquatic-Based Therapy in Spinal Cord Injury Rehabilitation: Effective Yet Underutilized. *Curr Phys Med Rehabil Rep*. 2017;5(3):108-12.
116. Boutron I, Altman DG, Moher D, Schulz KF, Ravaud P, CONSORT NPT Group. CONSORT Statement for Randomized Trials of Nonpharmacologic Treatments: A 2017 Update and a CONSORT Extension for Nonpharmacologic Trial Abstracts. *Ann Intern Med*. 2017;167(1):40-7.
117. Hospital Nacional de Paraplégicos. Memorias anuales 2020 [Internet]. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://hnparaplejicos.sanidad.castillalamancha.es/es/quienessomos/memorias-anuales>
118. Stevens SL, Caputo JL, Fuller DK, Morgan DW. Effects of underwater treadmill training on leg strength, balance, and walking performance in adults with incomplete spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2015;38(1):91-101.

119. Wu M, Landry JM, Schmit BD, Hornby TG, Yen SC. Robotic resistance treadmill training improves locomotor function in human spinal cord injury: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(5):782-9.
120. Berg K. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can.* 1989;41(6):304-11.
121. Ditunno JF, Barbeau H, Dobkin BH, Elashoff R, Harkema S, Marino RJ, et al. Validity of the walking scale for spinal cord injury and other domains of function in a multicenter clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2007;21(6):539-50.
122. Downs S, Marquez J, Chiarelli P. The Berg Balance Scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. *J Physiother.* 2013;59(2):93-9.
123. Jørgensen V, Opheim A, Halvarsson A, Franzén E, Roaldsen KS. Comparison of the Berg Balance Scale and the Mini-BESTest for Assessing Balance in Ambulatory People With Spinal Cord Injury: Validation Study. *Phys Ther.* 2017;97(6):677-87.
124. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the «get-up and go» test. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986;67(6):387-9.
125. Podsiadlo D, Richardson S. The timed «Up & Go»: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.
126. Sinovas-Alonso I, Gil-Agudo Á, Cano-de-la-Cuerda R, Del-Ama AJ. Walking Ability Outcome Measures in Individuals with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 9 de septiembre de 2021;18(18):9517.
127. Lam T, Noonan VK, Eng JJ. A systematic review of functional ambulation outcome measures in spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2008;46(4):246-54.
128. Lam T, Eng J, Wolfe D, Hsieh J, Whittaker M. A Systematic Review of the Efficacy of Gait Rehabilitation Strategies for Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil.* 2007;13(1):32-57.
129. Peydro De Moya MF, Baydal Bertomeu JM, Vivas Broseta MJ. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación.* 2005;39(6):315-23.
130. Petrocci KE, Cárdenas Sandoval RP. La medición del control postural con estabilometría- una revisión documental. *Rev Colomb Rehabil.* 2017;10(1):16.

131. Schneider D, Hahn A, Claussen CF. Cranio-corporography. A neurootological screening test. *Acta Otorhinolaryngol Belg.* 1991;45(4):393-7.
132. Black FO, Nashner LM. Postural disturbance in patients with benign paroxysmal positional nystagmus. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology.* 1984;93(6 Pt 1):595-9.
133. Nashner LM, Peters JF. Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. *Neurol Clin.* 1990;8(2):331-49.
134. Baydal-Bertomeu JM, Viosca-Herrero E, Ortuño-Cortés MA, Quinza-Valero V, Garrido-Jaen D, Vivas Broseta MJ. Estudio de la eficacia y fiabilidad de un sistema de posturografía en comparación con la escala de Berg. *Rehabilitación.* 2010;44(4):304-10.
135. Norré ME. Head extension effect in static posturography. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1995;104(7):570-3.
136. Serra-Añó P, Pellicer-Chenoll M, Garcia-Massó X, Brizuela G, García-Lucerga C, González LM. Sitting balance and limits of stability in persons with paraplegia. *Spinal Cord.* 2013;51(4):267-72.
137. Okubo J, Watanabe I, Takeya T, Baron JB. Influence of foot position and visual field condition in the examination for equilibrium function and sway of the center of gravity in normal persons. *Agressol Rev Int Physio-Biol Pharmacol Appl Aux Eff Agression.* 1979;20(2):127-32.
138. Karlsson A, Lanshammar H. Analysis of postural sway strategies using an inverted pendulum model and force plate data. *Gait Posture.* 1997;5(3):198-203.
139. Stephens JM, Goldie PA. Walking speed on parquetry and carpet after stroke: effect of surface and retest reliability. *Clin Rehabil.* 1999;13(2):171-81.
140. Scivoletto G, Tamburella F, Laurenza L, Foti C, Ditunno JF, Molinari M. Validity and reliability of the 10-m walk test and the 6-min walk test in spinal cord injury patients. *Spinal Cord.* 2011;49(6):736-40.
141. Ditunno JF, Ditunno PL, Scivoletto G, Patrick M, Dijkers M, Barbeau H, et al. The Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI/WISCI II): nature, metric properties, use and misuse. *Spinal Cord.* 2013;51(5):346-55.
142. Bowden MG, Behrman AL. Step Activity Monitor: accuracy and test-retest reliability in persons with incomplete spinal cord injury. *J Rehabil Res Dev.* 2007;44(3):355-62.

143. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Fallen EL, Pugsley SO, Taylor DW, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J.* 1985;132(8):919-23.
144. Dittuno PL, Ditunno JF. Walking index for spinal cord injury (WISCI II): scale revision. *Spinal Cord.* 2001;39(12):654-6.
145. Ditunno JF, Ditunno PL, Graziani V, Scivoletto G, Bernardi M, Castellano V, et al. Walking index for spinal cord injury (WISCI): an international multicenter validity and reliability study. *Spinal Cord.* 2000;38(4):234-43.
146. Van Hedel HJA, Wirz M, Dietz V. Standardized assessment of walking capacity after spinal cord injury: the European network approach. *Neurol Res.* 2008;30(1):61-73.
147. Burns AS, Delparte JJ, Patrick M, Marino RJ, Ditunno JF. The reproducibility and convergent validity of the walking index for spinal cord injury (WISCI) in chronic spinal cord injury. *Neurorehabil Neural Repair.* 2011;25(2):149-57.
148. Scivoletto G, Tamburella F, Laurenza L, Torre M, Molinari M, Ditunno JF. Walking Index for Spinal Cord Injury version II in acute spinal cord injury: reliability and reproducibility. *Spinal Cord.* 2014;52(1):65-9.
149. Morganti B, Scivoletto G, Ditunno P, Ditunno JF, Molinari M. Walking index for spinal cord injury (WISCI): criterion validation. *Spinal Cord.* 2005;43(1):27-33.
150. Herdman M, Gudex C, Lloyd A, Janssen M, Kind P, Parkin D, et al. Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L). *Qual Life Res Int J Qual Life Asp Treat Care Rehabil.* 2011;20(10):1727-36.
151. Ramos-Goñi JM, Craig BM, Oppe M, Ramallo-Fariña Y, Pinto-Prades JL, Luo N, et al. Handling Data Quality Issues to Estimate the Spanish EQ-5D-5L Value Set Using a Hybrid Interval Regression Approach. *Value Health J Int Soc Pharmacoeconomics Outcomes Res.* 2018;21(5):596-604.
152. Ferrans CE, Powers MJ. Quality of life index: development and psychometric properties. *ANS Adv Nurs Sci.* 1985;8(1):15-24.
153. Kovacs FM, Barriga A, Royuela A, Seco J, Zamora J. Spanish adaptation of the Quality of Life Index-Spinal Cord Injury version. *Spinal Cord.* 2016;54(10):895-900.

154. May LA, Warren S. Measuring quality of life of persons with spinal cord injury: external and structural validity. *Spinal Cord*. 2002;40(7):341-50.
155. Becker BE. Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PM&R*. 2009;1(9):859-72.
156. Persiyanova-Dubrova AL, Marphina TV, Badalov NG. Water aerobics training: selection and control of the exercise intensity using the Borg scale. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 2021;98(2):39-44.
157. Scherr J, Wolfarth B, Christle JW, Pressler A, Wagenpfeil S, Halle M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(1):147-55.
158. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59.
159. Andrade LS, Kanitz AC, Häfele MS, Schaun GZ, Pinto SS, Alberton CL. Relationship between Oxygen Uptake, Heart Rate, and Perceived Effort in an Aquatic Incremental Test in Older Women. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(22):8324.
160. Miller A, Reisman DS, Billinger SA, Dunning K, Doren S, Ward J, et al. Moderate-intensity exercise versus high-intensity interval training to recover walking post-stroke: protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2021;22:457.
161. Figoni SF, Dolbow DR, Crawford EC, White ML, Pattanaik S. Does aerobic exercise benefit persons with tetraplegia from spinal cord injury? A systematic review. *J Spinal Cord Med*. 2021;44(5):690-703.
162. Samper MB. Protección de datos personales: Esquemas [Internet]. 1.ª ed. Dykinson; 2020 [citado 12 de junio de 2025]. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctv17hm980>
163. Zamora Pérez F, Santos Hernández CM, Bender del Busto JE, González Martínez CS, Terry Zamora AP, Zamora Pérez F, et al. Diagnóstico nutricional y neurológico según antigüedad, nivel neurológico y tipo de lesión en paciente raquimedular. *Rev Habanera Cienc Médicas* [Internet]. 2022 [citado 11 de abril de 2025];21(6). Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1729-519X2022000600003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1729-519X2022000600003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

164. Palladino L, Ruotolo I, Berardi A, Carlizza A, Galeoto G. Efficacy of aquatic therapy in people with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Spinal Cord*. 2023;61(6):317-22.
165. Marinho-Buzelli AR, Gauthier C, Chan K, Bonnyman AM, Mansfield A, Musselman KE. The state of aquatic therapy use for clients with spinal cord injury or disorder: Knowledge and current practice. *J Spinal Cord Med*. 2022;45(1):82-90.
166. Tamburella F, Scivoletto G, Iosa M, Molinari M. Reliability, validity, and effectiveness of center of pressure parameters in assessing stabilometric platform in subjects with incomplete spinal cord injury: a serial cross-sectional study. *J Neuroengineering Rehabil*. 2014;11:86.
167. Menchero R, Martínez-Galán I, Alcobendas-Maestro M, Romay-Barrero H, Fernández-Maestra A, Güeita-Rodríguez J. Feasibility and impact of a Water Specific Therapy program in individuals with subacute incomplete spinal cord injury: A non-randomized controlled trial. *J Spinal Cord Med*. 2025;1-9.
168. Marinho-Buzelli AR, Zaluski AJ, Mansfield A, Bonnyman AM, Musselman KE. The use of aquatic therapy among rehabilitation professionals for individuals with spinal cord injury or disorder. *J Spinal Cord Med*. 2019;42(sup1):158-65.
169. Gorman PH, Scott W, VanHiel L, Tansey KE, Sweatman WM, Geigle PR. Comparison of peak oxygen consumption response to aquatic and robotic therapy in individuals with chronic motor incomplete spinal cord injury: a randomized controlled trial. *Spinal Cord*. 2019;57(6):471-81.
170. Kesiktas N, Paker N, Erdogan N, Gülsen G, Biçki D, Yilmaz H. The use of hydrotherapy for the management of spasticity. *Neurorehabil Neural Repair*. 2004;18(4):268-73.
171. Jung J, Chung E, Kim K, Lee BH, Lee J. The Effects of Aquatic Exercise on Pulmonary Function in Patients with Spinal Cord Injury. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(5):707-9.
172. Tamburella F, Scivoletto G, Cosentino E, Molinari M. Walking in Water and on Land After an Incomplete Spinal Cord Injury. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013;92(10):e4-15.

173. Torres Alaminos MA. Aspectos epidemiológicos de la lesión medular en el Hospital Nacional de Paraplégicos. 2018;12(2).
174. Alcaraz Rousselet A. Epidemiología de la lesión medular traumática. En: Gómez-Soriano J, editor. Lesión Medular Enfoque Multidisciplinario. España: Panamericana; 2023.
175. Wall T, Falvo L, Kesten A. Activity-specific aquatic therapy targeting gait for a patient with incomplete spinal cord injury. *Physiother Theory Pract.* 2017;33(4):331-44.
176. Kargarfard M, Shariat A, Ingle L, Cleland JA, Kargarfard M. Randomized Controlled Trial to Examine the Impact of Aquatic Exercise Training on Functional Capacity, Balance, and Perceptions of Fatigue in Female Patients With Multiple Sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018;99(2):234-41.
177. Aidar FJ, Gama de Matos D, de Souza RF, Gomes AB, Saavedra F, Garrido N, et al. Influence of aquatic exercises in physical condition in patients with multiple sclerosis. *J Sports Med Phys Fitness.* 2018;58(5):684-9.
178. Salem Y, Scott ,Anne Hiller, Karpatkin ,Herbert, Concert ,George, Haller ,Leah, Kaminsky ,Eva, et al. Community-based group aquatic programme for individuals with multiple sclerosis: a pilot study. *Disabil Rehabil.* 2011;33(9):720-8.
179. Bei N, Long D, Bei Z, Chen Y, Chen Z, Xing Z. Effect of Water Exercise Therapy on Lower Limb Function Rehabilitation in Hemiplegic Patients with the First Stroke. *Altern Ther Health Med.* 2023;29(7):429-33.
180. Zhu Z, Cui L, Yin M, Yu Y, Zhou X, Wang H, et al. Hydrotherapy vs. conventional land-based exercise for improving walking and balance after stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2016;30(6):587-93.
181. Iatridou G, Stergiou AN, Varvarousis DN, Theodorou A, Doulgeri S, Pelidou HS, et al. Comparative Study Between Aquatic Therapy and Land-Based Exercises in Hemiplegic Patients After Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2025;104(4):305-11.
182. Comino-Suárez N, Moreno JC, Megía-García Á, del-Ama AJ, Serrano-Muñoz D, Avendaño-Coy J, et al. Transcutaneous spinal cord stimulation combined with robotic-assisted body weight-supported treadmill training enhances motor score and gait recovery in incomplete spinal cord injury: a

double-blind randomized controlled clinical trial. *J NeuroEngineering Rehabil.* 2025;22:15.

183. Park JH, Chung YJ. Comparison of Aquatic Treadmill and Anti-Gravity Treadmill Gait Training to Improve Balance and Gait Abilities in Stroke Patients. *J Korean Phys Ther.* 2018;30(2):67-72.

184. Kapteyn TS, de Wit G. Posturography as an auxiliary in vestibular investigation. *Acta Otolaryngol (Stockh).* 1972;73(2):104-11.

185. Lee JW, Chan K, Unger J, Yoo J, Musselman KE, Masani K. Interjoint coordination between the ankle and hip joints during quiet standing in individuals with motor incomplete spinal cord injury. *J Neurophysiol.* 2021;125(5):1681-9.

186. Berger L, Martinie P, Livain T, Bergeau J, Rougier P. Immediate effects of physiotherapy session of lower limb by balneotherapy on postural control. *Ann Readaptation Med Phys Rev Sci Soc Francaise Reeduction Fonct Readaptation Med Phys.* 2006;49(1):37-43.

187. Suomi R, Koceja DM. Postural sway characteristics in women with lower extremity arthritis before and after an aquatic exercise intervention. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(6):780-5.

188. Killgore GL, Coste SC, O' Meara SE, Konnecke CJ. A comparison of the physiological exercise intensity differences between shod and barefoot submaximal deep-water running at the same cadence. *J Strength Cond Res.* diciembre de 2010;24(12):3302-12.

189. Aveiro MC, Avila MA, Pereira-Baldon VS, Ceccatto Oliveira ASB, Gramani-Say K, Oishi J, et al. Water- versus land-based treatment for postural control in postmenopausal osteoporotic women: a randomized, controlled trial. *Climacteric J Int Menopause Soc.* 2017;20(5):427-35.

190. Shahmohammadi R, Sharifi GR, Melvin JMA. A comparison between aquatic and land-based physical exercise on postural sway and quality of life in people with Parkinson's disease: a randomized controlled pilot study | *Sport Sciences for Health.* 2017;13:341-8.

191. Saleh MSM, Rehab NI, Aly SMA. Effect of aquatic versus land motor dual task training on balance and gait of patients with chronic stroke: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2019;44(4):485-92.

192. Padua E, Campoli F, Manzi V, Panzarino M, Lombardo M, Melchiorri G, et al. Water versus land-based exercises as physical training programs in elderly. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(6):802-9.
193. Alcobendas-Maestro M, Esclarín-Ruz A, Casado-López RM, Muñoz-González A, Pérez-Mateos G, González-Valdizán E, et al. Lokomat robotic-assisted versus overground training within 3 to 6 months of incomplete spinal cord lesion: randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012;26(9):1058-63.
194. Esclarín-Ruz A, Alcobendas-Maestro M, Casado-Lopez R, Perez-Mateos G, Florido-Sanchez MA, Gonzalez-Valdizan E, et al. A Comparison of Robotic Walking Therapy and Conventional Walking Therapy in Individuals With Upper Versus Lower Motor Neuron Lesions: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(6):1023-31.
195. Bayraktar D, Guclu-Gunduz A, Yazici G, Lambeck J, Batur-Caglayan HZ, Irkec C, et al. Effects of Ai-Chi on balance, functional mobility, strength and fatigue in patients with multiple sclerosis: A pilot study. *NeuroRehabilitation*. 2013;33(3):431-7.
196. Kim H, Chung Y. Effect of Underwater Gait Training with a Progressive Increase in Speed on Balance, Gait, and Endurance in Stroke Patients. *J Korean Phys Ther*. 2019;31(4):204-11.
197. Poncumhak P, Saengsuwan J, Kamruecha W, Amatachaya S. Reliability and validity of three functional tests in ambulatory patients with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2013;51(3):214-7.
198. Van Hedel HJ, Wirz M, Dietz V. Assessing walking ability in subjects with spinal cord injury: Validity and reliability of 3 walking tests. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(2):190-6.
199. Van Hedel HJA, Wirz M, Curt A. Improving walking assessment in subjects with an incomplete spinal cord injury: responsiveness. *Spinal Cord*. 2006;44(6):352-6.
200. Van Hedel HJA, Dietz V, Curt A. Assessment of walking speed and distance in subjects with an incomplete spinal cord injury. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(4):295-301.
201. Haubert LL, Gutierrez DD, Newsam CJ, Gronley JK, Mulroy SJ, Perry J. A comparison of shoulder joint forces during ambulation with crutches versus a

walker in persons with incomplete spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(1):63-70.

202. Saensook W, Phonthee S, Srisim K, Mato L, Wattanapan P, Amatachaya S. Ambulatory assistive devices and walking performance in patients with incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2014;52(3):216-9.

203. Bateni H, Maki BE. Assistive devices for balance and mobility: Benefits, demands, and adverse consequences. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86:134-45.

204. Saensook W, Phonthee S, Srisim K, Mato L, Wattanapan P, Amatachaya S. Ambulatory assistive devices and walking performance in patients with incomplete spinal cord injury. *SPINAL CORD.* 2014;52(3):216-9.

205. Jutai J, Coulson S, Teasell R, Bayley M, Garland J, Mayo N, et al. Mobility assistive device utilization in a prospective study of patients with first-ever stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(10):1268-75.

206. Bradley SM, Hernandez CR. Geriatric assistive devices. *Am Fam Physician.* 2011;84(4):405-11.

207. Calman KC. Quality of life in cancer patients--an hypothesis. *J Med Ethics.* 1984;10(3):124-7.

208. The World Health Organization Quality of Life Assessment (WHOQOL): development and general psychometric properties. *Soc Sci Med* 1982. 1998;46(12):1569-85.

209. Badia Llach X. Qué es y cómo se mide la calidad de vida relacionada con la salud. *Gastroenterol Hepatol.* 2004;27(Supl.3):2-6.

210. van Leeuwen CMC, Kraaijeveld S, Lindeman E, Post MWM. Associations between psychological factors and quality of life ratings in persons with spinal cord injury: a systematic review. *Spinal Cord.* 2012;50(3):174-87.

211. Blasco-Giménez M, Carretero-Rodríguez E, Cruzado DP. Calidad de vida y autonomía en las actividades de la vida diaria en personas con lesión medular: *Rev Ter Ocupacional Galicia.* 2021;18(1):30-8.

212. Zarco Periñán MJ, Barrera Chacón JM, García Obrero I, Méndez Ferrer B, Fernandez Palacín A, Echevarría Ruiz De Vargas C. Calidad de vida en personas con lesión medular de más de 10 años de evolución. La implicación de las complicaciones secundarias. *Rehabilitación.* 2022;56(1):28-38.

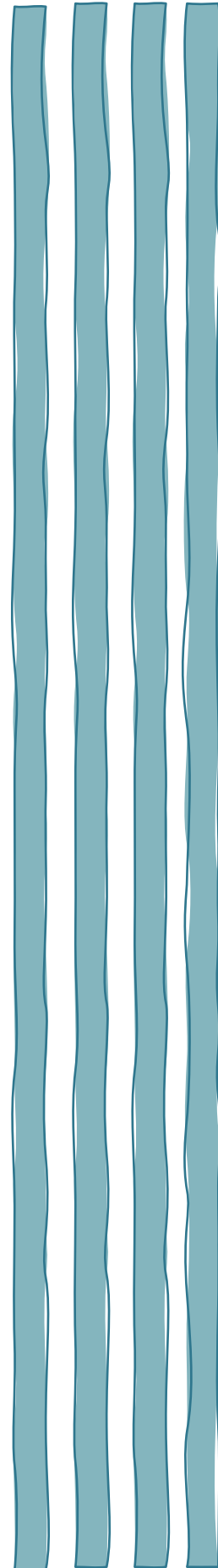
213. Kennedy P, Lude P, Elfström ML, Smithson E. Appraisals, coping and adjustment pre and post SCI rehabilitation: a 2-year follow-up study. *Spinal Cord*. 2012;50(2):112-8.
214. Post MWM, van Leeuwen CMC. Psychosocial issues in spinal cord injury: a review. *Spinal Cord*. 2012;50(5):382-9.
215. Ministerio de Sanidad - Sanidad en datos. Encuesta Nacional de Salud de España 2011/12 [Internet]. [citado 20 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2011.htm>
216. Irgens I, Kleven L, Midelfart-Hoff J, Jelnes R, Alexander M, Stanghelle JK, et al. Cost-utility analysis and impact on the environment of videoconference in pressure injury. A randomized controlled trial in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord Ser Cases*. 2024;10(1):10.
217. Koga R, Sasaki T, Ideta R, Iwahashi K, Tsugami C, Nishimura A, et al. The EQ-5D-5L in patients admitted to a hospital in Japan with recent spinal cord injury: a descriptive study. *Spinal Cord*. 2019;57(11):960-5.
218. Pérez-de la Cruz S. Mental health in Parkinson's disease after receiving aquatic therapy: a clinical trial. *Acta Neurol Belg*. 2019;119(2):193-200.
219. Silva KMOM, Tucano SJP, Kümpel C, Castro AAM de, Porto EF. Effect of hydrotherapy on quality of life, functional capacity and sleep quality in patients with fibromyalgia. *Rev Bras Reumatol*. 2012;52(6):851-7.
220. Mills W, Kondakis N, Orr R, Warburton M, Milne N. Does Hydrotherapy Impact Behaviours Related to Mental Health and Well-Being for Children with Autism Spectrum Disorder? A Randomised Crossover-Controlled Pilot Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(2):558.
221. Campos DM, Ferreira DL, Gonçalves GH, Farche ACS, de Oliveira JC, Ansai JH. Effects of aquatic physical exercise on neuropsychological factors in older people: A systematic review. *Arch Gerontol Geriatr*. 2021;96:104435.
222. Becker BE. Aquatic Therapy in Contemporary Neurorehabilitation: An Update. *PM R*. 2020;12(12):1251-9.
223. Lai B, Rimmer J, Barstow B, Jovanov E, Bickel CS. Teleexercise for Persons With Spinal Cord Injury: A Mixed-Methods Feasibility Case Series. *JMIR Rehabil Assist Technol*. 2016;3(2):e5524.

224. Da Silva FC, Silva T, Gomes AO, Da Costa Palácio PR, Andreo L, Gonçalves MLL, et al. Sensory and motor responses after photobiomodulation associated with physiotherapy in patients with incomplete spinal cord injury: clinical, randomized trial. *Lasers Med Sci.* 2020;35(8):1751-8.
225. Nooijen CF, Stam HJ, Sluis T, Valent L, Twisk J, van den Berg-Emons RJ. A behavioral intervention promoting physical activity in people with subacute spinal cord injury: secondary effects on health, social participation and quality of life. *Clin Rehabil.* 2017;31(6):772-80.
226. Gurpinar B, Kara B, Idiman E. Effects of aquatic exercises on postural control and hand function in Multiple Sclerosis: Halliwick versus Aquatic Plyometric Exercises: a randomised trial. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2020;20(2):249-55.
227. Meyer E. Water Specific Therapy Halliwick (WSTH) : intérêt de la thérapie dans l'eau pour enfants paralysés cérébraux. *Mot Cérébrale.* 1 de novembre de 2020;41(3):78-81.
228. Ku PH, Chen SF, Yang YR, Lai TC, Wang RY. The effects of Ai Chi for balance in individuals with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 2020;10(1):1201.
229. Zaforas M, Benayas E, Madroñero-Mariscal R, Domínguez-Bajo A, Fernández-López E, Hernández-Martín Y, et al. Graphene oxide scaffolds promote functional improvements mediated by scaffold-invading axons in thoracic transected rats. *Bioact Mater.* 2025;47:32-50.
230. Rech F, Civit T. Tratamiento de las complicaciones y de las secuelas neurológicas de los pacientes con traumatismos medulares. *EMC - Apar Locomot.* 2015;48(3):1-14.





# ***10. Anexos***









# 10. Anexos

**Anexo 1.** *International Standards for Neurological Classification of SCI en castellano. Extraído de Alcobendas et al. (2019) (11).*



**NORMAS INTERNACIONALES PARA LA CLASIFICACIÓN NEUROLÓGICA DE LESIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL (ISNCSCI)**



Nombre del Paciente: \_\_\_\_\_ Fecha/Hora del Examen: \_\_\_\_\_

Nombre Examinador: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

**DERECHO**

**MOTOR**

Flexores del codo **C5**

Extensores de muñeca **C6**

Extensores de codo **C7**

Flexores de los dedos de la mano **C8**

Abductores del dedo meñique **T1**

Flexores de cadera **L2**

Extensores de rodilla **L3**

Dorsiflexores de tobillo **L4**

Extensores del dedo gordo del pie **L5**

Plantiflexores de Tobillo **S1**

(CAV) Contracción Anal Voluntaria (Si/No)

**TOTALES DERECHA (MAXIMO)**

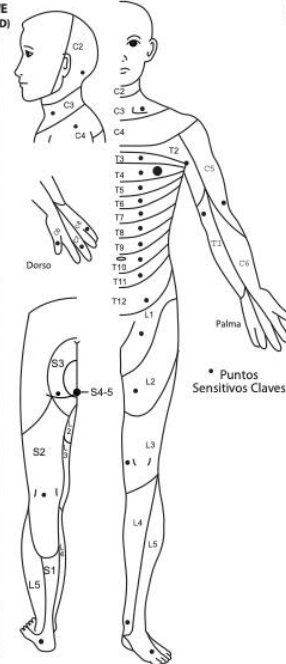
PARCIALES MOTORES

ESD  + ESI  = RMES TOTAL

MAX(25) (25) (50)

EID  + EII  = RMEI TOTAL

MAX(25) (25) (50)



**Puntos Sensitivos Clave**

Dorso

Palma

**SENSITIVO**

Tacto Fino (TFD)

Pinchazo (PPD)

**SENSITIVO**

Tacto Fino (TFI)

Pinchazo (PPI)

**IZQUIERDO**

**MOTOR**

Flexores del codo **C5**

Extensores de muñeca **C6**

Extensores de codo **C7**

Flexores de los dedos de la mano **C8**

Abductores del dedo meñique **T1**

Flexores de cadera **L2**

Extensores de rodilla **L3**

Dorsiflexores de tobillo **L4**

Extensores del dedo gordo del pie **L5**

Plantiflexores de tobillo **S1**

(PAP) Presión Anal Profunda (Si/No)

**TOTALES IZQUIERDA (MAXIMO)**

PARCIALES SENSITIVOS

TFD  + TFI  = TF TOTAL

MAX(56) (56) (112)

PPD  + PPI  = PP TOTAL

MAX(56) (56) (112)

**Comentarios (No músculo clave? Razón para NE? Dolor?, Condición No-LME?):**

**LEGENDA:**

**MOTOR (RESULTADOS EN EL REVERSO)**

0 = Parálisis total

1 = Contracción o visible palpable

2 = Movimiento activo, gravedad eliminada

3 = Movimiento activo, contra gravedad

4 = Movimiento activo, contra resistencia moderada

5 = Movimiento activo, contra resistencia total

NE = No Examinable

0\*, 1\*, 2\*, 3\*, 4\*, NE\* = Condición no relacionada con una LME presente

**SENSITIVO (RESULTADOS EN EL REVERSO)**

0 = Ausente

1 = Alterada

2 = Normal o intacta

NE = No examinable

0\*, 1\*, NE\* = Presencia de una condición no relacionada a LME

**NIVELES NEUROLÓGICOS**

1. SENSITIVO

2. MOTOR

3. NIVEL NEUROLÓGICO DE LA LESIÓN (NLI)

4. COMPLETA O INCOMPLETA?

Incompleta = Cualquier función motora o sensitiva en S4-S5

5. ESCALA DEFICIENCIA DE ASIA (AIS)

6. ZONA DE PRESERVACIÓN PARCIAL

Niveles más caudales con alguna inervación

SENSITIVO

MOTOR

Page 1/2

Este formulario puede ser copiado libremente pero no puede ser alterado sin permiso de la American Spinal Injury Association.

REV 04/19

## Anexo 2. Información por escrito para solicitar la participación en el estudio.



E.U.E. y Fisioterapia de Toledo

### ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA Y LESIÓN MEDULAR



## HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

**Título del estudio:** “Efectividad de la fisioterapia acuática específica en la recuperación del equilibrio y de la marcha en lesionados medulares incompletos”

### Introducción:

Nos dirigimos a usted para invitarle a participar en un estudio experimental que se está realizando en la Universidad de Castilla-La Mancha y en el Hospital Nacional de Paraplégicos sobre el uso de la fisioterapia acuática específica en lesionados medulares.

La fisioterapia acuática específica es una forma de hidroterapia que consiste en realizar ejercicios en el agua siguiendo unos métodos concretos, que siempre se adaptan a la situación del paciente. El uso de la hidroterapia en todas sus formas es muy frecuente en el tratamiento de lesionados medulares, pero no existen pruebas objetivas que cuantifiquen su eficacia, y en el caso de pacientes agudos/subagudos se desconoce el momento más adecuado para comenzar esta terapia.

Por otro lado, en los últimos años se ha demostrado una estrecha asociación biológica entre inflamación y lesión medular. Las respuestas inflamatorias juegan un papel decisivo en las diferentes etapas de este tipo de lesiones. Las citoquinas son una serie de moléculas encargadas de regular las respuestas inflamatorias, pero no existen evidencias suficientes de la influencia de la fisioterapia acuática en lesionados medulares sobre los niveles de estas citoquinas.

El médico le ha indicado realizar ejercicios en la piscina, y la fisioterapeuta que le atiende en la piscina le propone participar en este estudio por considerar que cumple los requisitos. Para que usted pueda decidir si participa o no, le invitamos a leer este documento donde encontrará información sobre riesgos, beneficios y lo que se espera que usted haga. Puede realizar todas las preguntas que considere a la persona que le facilitó el documento, y tomarse el tiempo que necesite para consultar con otras personas, familiares, etc.

En caso de aceptar participar en el estudio será necesario que otorgue su consentimiento expresamente, firmando el documento adjunto, del cual le será entregada una copia.

### Objetivos del estudio:

El objetivo principal del estudio es valorar si la realización de fisioterapia acuática de manera específica puede mejorar la recuperación del equilibrio y la marcha en pacientes lesionados medulares agudos/subagudos.



E.U.E. y Fisioterapia de Toledo

## ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUATICA Y LESIÓN MEDULAR



### **Metodología:**

Participarán en el estudio aproximadamente 50 personas, diagnosticadas de lesión medular incompleta en fase aguda, y a las que su médico rehabilitador les ha indicado la realización de ejercicios en la piscina.

Una vez que otorgue su consentimiento se le asignará al azar a uno de los dos grupos que forman parte de este estudio, y se recogerán datos personales para su identificación, datos sobre su enfermedad, sobre el tratamiento que realiza y sobre los resultados de las pruebas que le han realizado.

Todos los datos que se recogerán son los que habitualmente se utilizan para su evaluación en el Hospital, excepto el test de Berg, y unas pruebas de posturografía, que son pruebas que se utilizan para valorar el estado del equilibrio y la capacidad de marcha, y que están disponibles en el Hospital pero que se utilizan solamente en casos concretos.

En estas pruebas se le pedirá que se mantenga de pie y, en caso de poder hacerlo, que realice algunos desplazamientos. Esto le llevará unos de 50 minutos, y se harán adecuándolo a su horario de tratamiento.

Si ha sido asignado al **Grupo 1**, comenzará la terapia acuática en los 1-2 días siguientes, una vez recogidos los datos para el estudio. Si ha sido asignado al **Grupo 2**, se recogerán sus datos, y comenzará la terapia acuática 4 semanas después.

En todos los casos la terapia acuática consistirá en sesiones de 40 minutos de duración, distribuidas durante 4-6 semanas. En estas sesiones realizará ejercicios basados en los métodos de Terapia acuática específica-Halliwick, Ai Chí clínico y entrenamiento aeróbico, siempre adaptados a su situación.

En ningún caso su decisión de participar o no, influirá en el tratamiento que va a recibir, ni en su relación con el médico y/o el fisioterapeuta. Si decide no participar, el tratamiento en la piscina será el que se realiza habitualmente en el hospital.

### **Riesgos del estudio:**

Su participación en el estudio no supone riesgos añadidos a los de la práctica habitual, ya que no se realizarán intervenciones médicas y/o fisioterapéuticas diferentes a las que se realizarán si no participa. La única diferencia es el tipo de ejercicio que realizará y la frecuencia con que los realizará. Tampoco las pruebas de valoración suponen un riesgo añadido a los de la práctica clínica habitual. Su atención médica se realizará siguiendo la práctica clínica habitual y no se verá afectada por su participación en el estudio.

### **Beneficios del estudio:**

La participación en el estudio podría aportarles beneficios en la recuperación del equilibrio y la marcha, en caso de que los ejercicios que proponemos sean eficaces.

Además, los resultados que se obtengan de los datos del estudio permitirán disponer de una información útil sobre la fisioterapia acuática en el tratamiento de pacientes con lesión medular aguda. Esta información obtenida a raíz de su posible participación en este estudio podrá ser de utilidad para beneficiar a futuros enfermos.

No está prevista ninguna compensación económica por su participación.

**Obligaciones:**

Su participación es voluntaria, y debe saber que en cualquier momento puede decidir no seguir participando, comunicándose al investigador que le atiende o llamando al nº de teléfono que figura al final de este documento, sin tener que manifestar razón alguna para ello. Si decide retirarse del estudio, su atención médica no se verá modificada. Su médico también podrá retirarle del estudio si así lo creyera conveniente. En caso que decida abandonar el estudio no se añadirá ningún dato nuevo a la base de datos.

Si decide participar se compromete a realizar las pruebas de valoración y a asistir a las sesiones de terapia acuática en la piscina y a las consultas de revisión.

**Avances en el conocimiento:**

Los datos obtenidos a partir de este estudio serán convenientemente difundidos en comunicaciones y publicaciones de ámbito científico. Su identidad no será desvelada en ningún momento, y nadie salvo el investigador podrá relacionar los datos clínicos con usted.

**Disposiciones legales vigentes:**

Todo el desarrollo del estudio se llevará a cabo de acuerdo con los requerimientos éticos de las declaraciones de Helsinki para la investigación con seres humanos, así como de acuerdo con las normas de buena práctica clínica. En cumplimiento de las disposiciones legales vigentes, el estudio ha sido aprobado por un Comité Ético de Investigación Clínica.

**Confidencialidad:**

De acuerdo con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD), y con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, sus datos personales y de salud se recogerán de manera disociada. Estos datos serán identificados por medio de un código para garantizar la confidencialidad de su identidad y únicamente el investigador tendrá acceso a esta información. También podrán acceder a estos datos las Autoridades Sanitarias y el Comité Ético de Investigación Clínica. Todo ello de conformidad con la normativa vigente. Usted podrá ejercitar en cualquier momento sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición dirigiéndose al investigador que le atiende en este estudio.



## ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUATICA Y LESIÓN MEDULAR



E.U.E. y Fisioterapia de Toledo

Si usted tiene alguna duda ahora o en algún momento del estudio, por favor contacte con:

D<sup>a</sup> [REDACTED], o D<sup>a</sup> [REDACTED]

Fisioterapeutas

Tlfn: [REDACTED]

**En caso que esté de acuerdo en participar en el presente estudio, por favor, rellene y firme el formulario de consentimiento informado adjunto.**

## CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE

**Título del estudio:** “Ensayo clínico para evaluar la efectividad de la fisioterapia acuática específica en la recuperación del equilibrio y de la marcha en lesionados medulares incompletos”.

Por favor, si está de acuerdo con participar en el estudio, cumplimente el siguiente consentimiento:

Yo, *(Nombre y Apellidos)*.....

Con nº de teléfono .....

- He leído la hoja de información que se me ha entregado
- He podido hacer preguntas sobre el estudio
- He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas
- He recibido suficiente información sobre el estudio

He hablado con la fisioterapeuta D<sup>a</sup>.....

Comprendo que mi participación en el estudio es voluntaria y que puedo retirarme del mismo:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones
- Sin que ello repercuta en los cuidados médicos, ni en mi relación con el Hospital.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y recibo copia del presente documento.

En Toledo a, ..... de ..... de 20.....

Firma del paciente.

Firma del investigador.

**Atención:** Este documento contiene información confidencial del paciente, por lo que debe ser custodiado por el investigador junto al resto de la documentación del estudio. El paciente recibirá copia del mismo tras su firma.

**Anexo 3.** Cuaderno de recogida de datos.

**[ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**HOJA DE REGISTRO  
DE DATOS GENERALES**

**Hospital Nacional de Paraplégicos  
Toledo**

Nombre del Investigador: .....

**Fecha de Inclusión:** ..... / ..... / .....

**[ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**DATOS DE LA VISITA BASAL**

**VARIABLES SOCIO-DEMOGRÁFICAS**

**Nº de Caso:** .....

**Edad (fecha de nacimiento):** .....

**Sexo:**             Varón <sup>(1)</sup>             Mujer <sup>(2)</sup>

**Estado civil:**     Soltero <sup>(1)</sup>  
                          Casado <sup>(2)</sup>  
                          Viudo <sup>(3)</sup>  
                          Separado legalmente <sup>(4)</sup>  
                          Divorciado <sup>(5)</sup>  
                          No sabe/No contesta <sup>(6)</sup>

**Lugar de residencia habitual (municipio y provincia):**

.....

**Situación laboral:**     Jubilado <sup>(1)</sup>  
                                  Trabajador en activo <sup>(2)</sup>  
                                  Desempleado <sup>(3)</sup>

**Nivel de Estudios:**     Primarios <sup>(1)</sup>  
                                  Secundarios <sup>(2)</sup>  
                                  Universitarios <sup>(3)</sup>

**[ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**DATOS DE LA VISITA BASAL**

**VARIABLES RELACIONADAS CON EL ESTILO DE  
VIDA/HÁBITOS SALUDABLES**

**Peso:** ..... Kgs.

**Talla:** ..... mts.

**I.M.C:** ..... Kgs /m<sup>2</sup> (Autocalculado).

**Tabaco:**             Si <sup>(1)</sup>             No <sup>(2)</sup>

▪ **Nº de cigarrillos /día:** .....

**Alcohol:**             Si <sup>(1)</sup>             No <sup>(2)</sup>

▪ *Consumo bebidas fermentadas:*

• Cerveza (nº cañas/día): .....

• Consumo vino (nº vasos/día): .....

▪ *Consumo bebidas destiladas (ginebra, ron, whisky...):*

• (nº copas/día):

**Otras drogas:** .....

**Actividad física:**

**Horas/semana:** .....

**Tipo de Ejercicio:** .....

**ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR**

Nº Caso:

**DATOS DE LA VISITA BASAL**

**VARIABLES CLÍNICAS**

**Fecha de lesión medular:**

Día	Mes	Año

**Causa de lesión medular:**

- Traumática <sup>(1)</sup>
- No traumática <sup>(2)</sup>

**Nivel de lesión medular:**

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> T <sub>1</sub> <sup>(1)</sup> | <input type="checkbox"/> T <sub>7</sub> <sup>(10)</sup>  | <input type="checkbox"/> L <sub>1</sub> <sup>(16)</sup> |
| <input type="checkbox"/> T <sub>2</sub> <sup>(2)</sup> | <input type="checkbox"/> T <sub>8</sub> <sup>(11)</sup>  | <input type="checkbox"/> L <sub>2</sub> <sup>(17)</sup> |
| <input type="checkbox"/> T <sub>3</sub> <sup>(3)</sup> | <input type="checkbox"/> T <sub>9</sub> <sup>(12)</sup>  | <input type="checkbox"/> L <sub>3</sub> <sup>(18)</sup> |
| <input type="checkbox"/> T <sub>4</sub> <sup>(4)</sup> | <input type="checkbox"/> T <sub>10</sub> <sup>(13)</sup> | <input type="checkbox"/> L <sub>4</sub> <sup>(19)</sup> |
| <input type="checkbox"/> T <sub>5</sub> <sup>(5)</sup> | <input type="checkbox"/> T <sub>11</sub> <sup>(14)</sup> | <input type="checkbox"/> L <sub>5</sub> <sup>(20)</sup> |
| <input type="checkbox"/> T <sub>6</sub> <sup>(6)</sup> | <input type="checkbox"/> T <sub>12</sub> <sup>(15)</sup> |   |

**Tipo de lesión medular:**.....

- ASIA:**  C <sup>(1)</sup>
- D <sup>(2)</sup>

**ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR**

Nº Caso:

**DATOS DE LA VISITA BASAL**

**VARIABLES CLÍNICAS**

**Tratamiento prescrito:**

Tratamiento físico	Fecha inicio	Fecha fin
<b>Cinesiterapia</b> <sup>(1)</sup>		
<b>Electroterapia</b> <sup>(2)</sup>		
<b>Lokomat</b> <sup>(3)</sup>		
<b>Terapia ocupacional</b> <sup>(4)</sup>		
<b>Otros</b>		

**Tratamiento farmacológico**

Fármaco	Dosis

**Complicaciones:**  Sí <sup>(1)</sup>  No <sup>(2)</sup>

Fecha	Complicación

**Fisioterapia acuática:**

**Fecha prevista de inicio:**

Día	Mes	Año
-----	-----	-----

**Fecha de inicio real:**

Día	Mes	Año
-----	-----	-----

**Nº de sesiones recibidas:**

**Fecha de finalización:**

Día	Mes	Año
-----	-----	-----

**ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**EQUILIBRIO ESTÁTICO Y DINÁMICO**

**Fecha Revisión basal:** ..... / ..... / .....

**TEST DEL EQUILIBRIO DE BERG**

<b>DESCRIPCIÓN DE ÍTEMS</b>	<b>PUNTUACIÓN (0-4)</b>
1. De sedestación a bipedestación	_____
2. Bipedestación sin ayuda	_____
3. Sedestación sin ayuda	_____
4. De bipedestación a sedestación	_____
5. Transferencias	_____
6. Bipedestación con ojos cerrados	_____
7. Bipedestación con pies juntos	_____
8. Extender el brazo hacia delante en bipedestación	_____
9. Coger un objeto del suelo	_____
10. Girarse para mirar atrás	_____
11. Girarse 360 grados	_____
12. Colocar alternativamente los pies en un escalón	_____
13. Bipedestación con un pie adelantado	_____
14. Bipedestación monopodal	_____
<b>TOTAL</b>	_____

**ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR**

Nº Caso:

**EQUILIBRIO ESTÁTICO Y DINÁMICO**

**Fecha Revisión basal:** ..... / ..... / .....

**TEST TIME UP AND GO**

*La persona debe dar un intento de práctica y luego repite 3 intentos. Se promedian los tres ensayos reales.*

<b>TUG</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1º</b>	
<b>2º</b>	
<b>3º</b>	
<b>Promedio</b>	

**VELOCIDAD DE LA MARCHA**

**Fecha Revisión basal:** ..... / ..... / .....

**TEST DE LOS 10 METROS**

<b>10 metros marcha</b>	<b>Tiempo</b>

**[ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**RESISTENCIA DE LA MARCHA**

Fecha Revisión basal: ..... / ..... / .....

**TEST DE LOS 6 MINUTOS**

Distancia:..... Metros:.....

Número de vueltas:.....

Se detuvo:  Sí <sup>(1)</sup>  No <sup>(2)</sup>

Motivo:  Mareo:  Disnea:  Angina:  
 Dolor:  Otros:

**ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**CAPACIDAD FUNCIONAL DE LA MARCHA**

Fecha Revisión basal: ..... / ..... / .....

**ESCALA WISCI II**

	<b>AYUDAS</b>	<b>ORTESIS</b>	<b>ASISTENCIA</b>	<b>DISTANCIA</b>
<b>0</b>				Nada
<b>1</b>	PARALELAS	BITUTOR	2 PERSONAS	< 10 METROS
<b>2</b>	PARALELAS	BITUTOR	2 PERSONAS	10 METROS
<b>3</b>	PARALELAS	BITUTOR	1 PERSONA	10 METROS
<b>4</b>	PARALELAS	NO PRECISA	1 PERSONA	10 METROS
<b>5</b>	PARALELAS	BITUTOR	NO PRECISA	10 METROS
<b>6</b>	ANDADOR	BITUTOR	1 PERSONA	10 METROS
<b>7</b>	2 BASTONES	BITUTOR	1 PERSONA	10 METROS
<b>8</b>	ANDADOR	NO PRECISA	1 PERSONA	10 METROS
<b>9</b>	ANDADOR	BITUTOR	NO PRECISA	10 METROS
<b>10</b>	1 BASTON	BITUTOR	1 PERSONA	10 METROS
<b>11</b>	2 BASTONES	NO PRECISA	1 PERSONA	10 METROS
<b>12</b>	2 BASTONES	BITUTOR	NO PRECISA	10 METROS
<b>13</b>	ANDADOR	NO PRECISA	NO PRECISA	10 METROS
<b>14</b>	1 BASTON	NO PRECISA	1 PERSONA	10 METROS
<b>15</b>	1 BASTON	BITUTOR	NO PRECISA	10 METROS
<b>16</b>	2 BASTONES	NO PRECISA	NO PRECISA	10 METROS
<b>17</b>	NO PRECISA	NO PRECISA	1 PERSONA	10 METROS
<b>18</b>	NO PRECISA	BITUTOR	NO PRECISA	10 METROS
<b>19</b>	1 BASTON	NO PRECISA	NO PRECISA	10 METROS
<b>20</b>	NO PRECISA	NO PRECISA	NO PRECISA	10 METROS

**[ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD**

Fecha Revisión basal: ..... / ..... / .....

**CUESTIONARIO EQ-5D/5L**

**MOVILIDAD**

- No tengo problemas de movilidad. <sup>(1)</sup>
- Tengo problemas leves para caminar. <sup>(2)</sup>
- Tengo problemas moderados para caminar. <sup>(3)</sup>
- Tengo problemas graves para caminar. <sup>(4)</sup>
- No puedo caminar. <sup>(5)</sup>

**AUTOCUIDADO**

- No tengo problemas para lavarme o vestirme. <sup>(1)</sup>
- Tengo problemas leves para lavarme o vestirme. <sup>(2)</sup>
- Tengo problemas moderados para lavarme o vestirme. <sup>(3)</sup>
- Tengo problemas graves para lavarme o vestirme. <sup>(4)</sup>
- No puedo lavarme o vestirme. <sup>(5)</sup>

**[ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**CUESTIONARIO EQ-5D/5L**

**ACTIVIDADES COTIDIANAS**

(Ej.: trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, activ familiares o de tiempo libre...)

- No tengo problemas para realizar mis actividades cotidianas. <sup>(1)</sup>
- Tengo problemas leves para realizar mis actividades cotidianas. <sup>(2)</sup>
- Tengo problemas moderados para realizar mis actividades cotidianas. <sup>(3)</sup>
- Tengo problemas graves para realizar mis actividades cotidianas. <sup>(4)</sup>
- No puedo realizar mis actividades cotidianas. <sup>(5)</sup>

**DOLOR / MALESTAR**

- No tengo dolor ni malestar. <sup>(1)</sup>
- Tengo dolor o malestar leve. <sup>(2)</sup>
- Tengo dolor o malestar moderado. <sup>(3)</sup>
- Tengo dolor o malestar fuerte. <sup>(4)</sup>
- Tengo dolor o malestar extremo. <sup>(5)</sup>

**[ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**CUESTIONARIO EQ-5D/5L**

**ANSIEDAD/DEPRESIÓN**

- No estoy ansioso ni deprimido. <sup>(1)</sup>
- Estoy levemente ansioso o deprimido. <sup>(2)</sup>
- Estoy moderadamente ansioso o deprimido. <sup>(3)</sup>
- Estoy muy ansioso o deprimido. <sup>(4)</sup>
- Estoy extremadamente ansioso o deprimido. <sup>(5)</sup>

**[ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**CUESTIONARIO EQ-5D/5L**

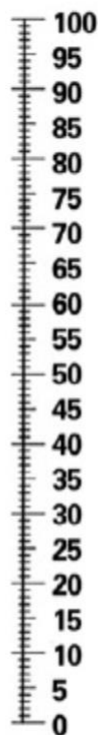
Nos gustaría conocer lo buena o mala que es su salud HOY.

La escala está numerada del 0 al 100.

- 100 representa la mejor salud que usted se pueda imaginar.
- 0 representa la peor salud que usted se pueda imaginar.

Marque con un X en la escala para indicar cuál es su estado de salud HOY. Luego indique el número marcado.

Su salud HOY:



*La mejor salud que usted  
se pueda imaginar*

*La peor salud que usted  
se pueda imaginar.*

**[ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA  
Y LESIÓN MEDULAR]**

Nº Caso:

**ÍNDICE DE CALIDAD DE VIDA  
EN LESIONADOS MEDULARES**

**PRIMERA SECCIÓN.** Para cada una de las siguientes cuestiones, por favor escoja la opción que describe mejor su **grado de satisfacción** con ese aspecto de su vida. Por favor, marque su respuesta rodeando el número correspondiente con un círculo.

No hay respuestas correctas ni equivocadas. *Deje en blanco las respuestas a preguntas que no sean aplicables (por ejemplo, las referidas a sus hijos si no los tiene o la intensidad de su dolor si no lo padece).*

**Cuán SATISFECHO está usted con:**

	—	1	2	3	4	5	6
		Muy insatisfecho	Bastante insatisfecho	Algo insatisfecho	Algo satisfecho	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1. Su salud		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. La atención sanitaria que está recibiendo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. La intensidad de su dolor		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. El grado de energía que tiene para hacer sus actividades cotidianas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Su capacidad para cuidar de sí mismo sin ayuda		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Su capacidad para ir a sitios (fuera de su casa)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Su capacidad para espectorar, o expulsar la mucosidad de sus pulmones		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. El grado de control que tiene sobre su propia vida		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Sus posibilidades de vivir tanto como le gustaría		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. La salud de su familia		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Sus hijos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Su capacidad para tener hijos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. La felicidad de su familia		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Su vida sexual		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Su pareja (si tiene)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. No tener pareja (si no tiene)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Sus amigos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA Y LESIÓN MEDULAR

Nº Caso:

(continuación)

**Cuán SATISFECHO está usted con:**

	1 Muy insatisfecho	2 Bastante insatisfecho	3 Algo insatisfecho	4 Algo satisfecho	5 Bastante satisfecho	6 Muy satisfecho
18. El apoyo emocional que recibe de su familia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. El apoyo emocional que recibe de personas que no son de su familia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Su capacidad para ocuparse de sus responsabilidades familiares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Lo útil que es para los demás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. La cantidad de preocupaciones que tiene en su vida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Su vecindario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. El lugar en el que vive (casa, piso, apartamento, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Su trabajo (si tiene)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. No tener trabajo (si está en paro, jubilado o incapacitado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Su nivel académico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Su capacidad para cubrir sus propias necesidades económicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Las cosas que hace para divertirse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. La posibilidad de tener un futuro feliz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. Su tranquilidad de espíritu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. Su fe en Dios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33. El grado de consecución de sus objetivos personales en la vida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. Lo feliz que se siente en general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. Su vida en general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36. Su apariencia personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37. Usted mismo/a en general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## [ ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA Y LESIÓN MEDULAR ]

Nº Caso:

**SEGUNDA SECCIÓN.** Para cada una de las siguientes cuestiones, por favor escoja la respuesta que describe mejor cuán importante es para usted esa área de su vida. Por favor, marque su respuesta rodeándola con un círculo.

No hay respuestas correctas ni incorrectas. Deje en blanco las respuestas a preguntas que no sean aplicables en su caso (por ejemplo, las referidas a sus hijos si no los tiene, o la intensidad de su dolor si no lo padece).

Cuán **IMPORTANTE** es para usted:

	1	2	3	4	5	6
	Muy o completamente insignificante	Bastante insignificante	Algo insignificante	Algo importante	Bastante importante	Muy importante
1. Su salud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. La atención sanitaria que está recibiendo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. La intensidad de su dolor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. El grado de energía que tiene para hacer sus actividades cotidianas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Su capacidad para cuidar de sí mismo sin ayuda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Su capacidad para ir a sitios (fuera de su casa)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Su capacidad para expectorar, o expulsar la mucosidad de sus pulmones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. El grado de control que tiene sobre su propia vida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Sus posibilidades de vivir tanto como le gustaría	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. La salud de su familia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Sus hijos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Su capacidad para tener hijos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. La felicidad de su familia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Su vida sexual	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Su pareja (si tiene)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. No tener pareja (si no tiene)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Sus amigos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# ESTUDIO FISIOTERAPIA ACUÁTICA Y LESIÓN MEDULAR

Nº Caso:

(continuación)

Cuán **IMPORTANTE** es para usted:

	1 Muy o completamente insignificante	2 Bastante insignificante	3 Algo insignificante	4 Algo importante	5 Bastante importante	6 Muy importante
18. El apoyo emocional que recibe de su familia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. El apoyo emocional que recibe de personas que no son de su familia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Su capacidad para ocuparse de sus responsabilidades familiares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Lo útil que es para los demás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. La cantidad de preocupaciones que tiene en su vida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Su vecindario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. El lugar en el que vive (casa, piso, apartamento, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Su trabajo (si tiene)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. No tener trabajo (si está en paro, jubilado o incapacitado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Su nivel de académico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Su capacidad para cubrir sus propias necesidades económicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Las cosas que hace para divertirse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. La posibilidad de tener un futuro feliz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. Su tranquilidad de espíritu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. Su fe en Dios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33. El grado de consecución de sus objetivos personales en la vida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. Lo feliz que se siente en general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. Su vida en general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36. Su apariencia personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37. Usted para sí mismo/a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

© Red Española de Investigadores en Dolencias de la Espalda. La utilización de la versión española del Índice de Calidad de Vida en lesionados Medulares es libre para su uso clínico. No obstante, debe indicar que su copyright pertenece a la Red Española de Investigadores en Dolencias de la Espalda y para cualquier otro fin debe citar la referencia de su publicación (Kovacs FM, Barriga A, Royuela A, Seco J, Zamora J. Spanish adaptation of the Quality of Life index Spinal Cord Injury Version. Spinal Cord 2016;54:895-900)

