

upna

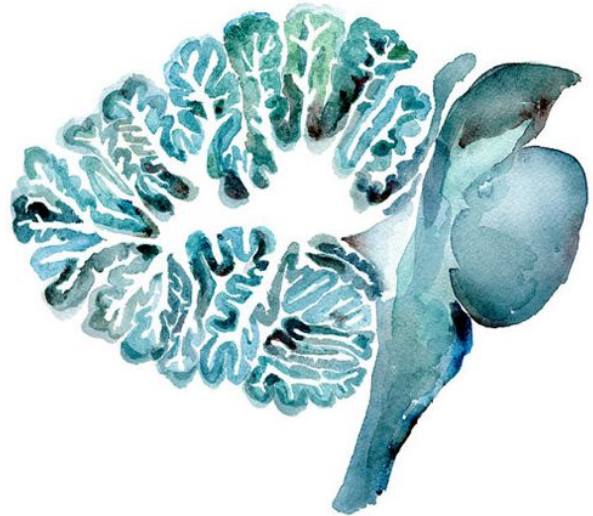
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

MARCHA ATÁXICA Y EJERCICIO TERAPÉUTICO: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

Autora: Claudia Úriz Suescun

Tutor: Rafael Rodríguez Lozano



Grado de Fisioterapia 2021/2022

Primera Convocatoria: Mayo de 2022

Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Pública de Navarra.

Campus Tudela

RESUMEN

Antecedentes: La marcha atáxica es uno de los síntomas que puede aparecer como consecuencia de un daño cerebeloso de origen diverso que, a pesar de su baja incidencia, es muy incapacitante para el sujeto en el día a día. La farmacología y la actividad física adaptada son las principales opciones de tratamiento hasta el momento.

Objetivos: Los objetivos principales han sido examinar los efectos del ejercicio terapéutico en el equilibrio, la marcha, el riesgo de caídas y la calidad de vida en estos pacientes.

Metodología: Se ha realizado una búsqueda bibliográfica actualizada en las bases de datos de Pubmed, PeDro y Cochrane, utilizando criterios de calidad de PeDro y Caspe.

Resultados: Se incluyeron 8 artículos, que fueron divididos según el tipo de tratamiento utilizado (equilibrio, marcha o combinado). 2 de ellos no tuvieron efectos significantes en los pacientes; el resto sí, pero no se mantuvieron en el tiempo.

Conclusiones: El ejercicio terapéutico aporta beneficios en los pacientes con marcha atáxica en términos de equilibrio, marcha, riesgo de caídas y calidad de vida. Parece ser necesario una mayor duración del programa y una intervención, como podría ser el entrenamiento de fuerza, que genere cambios estructurales para que los beneficios se mantengan.

Palabras clave: “Gait ataxia”, “Cerebellar ataxia”, “Physiotherapy treatment”, “Physical therapy” “Gait treatment”.

Palabras totales: 16.128 palabras.

ABSTRACT

Background: Gait ataxia is one of the symptoms that can appear as a consequence of cerebellar damage of diverse origin which, despite its low incidence, is very disabling for the subject in day-to-day life. Pharmacology and adapted physical activity are the main treatment options to date.

Objectives: The main objectives have been to examine the effects of therapeutic exercise on balance, gait, risk of falls and quality of life in these patients.

Methods: An updated bibliographic search was performed in Pubmed, PeDro and Cochrane databases, using PeDro and Caspe quality criteria.

Results: Eight articles were included, which were divided according to the type of treatment used (balance, walking or combined). Two of them had no significant effect on the patients; the rest did, but were not sustained over time.

Conclusions: Therapeutic exercise provides benefits in patients with gait ataxia in terms of balance, gait, risk of falls and quality of life. A longer duration of the program and an intervention, such as strength training, that generates structural changes seem to be necessary for the benefits to be maintained.

Key Words: "Gait ataxia", "Cerebellar ataxia", "Physiotherapy treatment", "Physical therapy" "Gait treatment".

Number of words: 16.128 words.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- **ABC:** Activities Specific Balance and Confidence Scale.
- **AC:** Ataxia cerebelosa.
- **AFA:** Actividad Física Adaptada.
- **BBS:** Berg Balance Scale.
- **DGI:** Dynamic Gait Index.
- **EC:** Entrenamiento combinado.
- **EE:** Entrenamiento de equilibrio.
- **EM:** Entrenamiento de marcha.
- **FIM:** Functional Independence Measure.
- **RPE:** Rate of Perceived Exertion.
- **SARA:** Scale for the Assessments and Rating of Ataxia.
- **SCA:** Spinocerebellar Ataxia.
- **TUG:** Time Up and Go.
- **VOR:** Reflejo vestibular ocular.
- **5 X STS:** 5 Times Sit to Stand Test.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1. EPIDEMIOLOGÍA	1
2. FISIOLOGÍA DEL CEREBELO.....	1
3. FISIOPATOLOGÍA.....	6
4. AFECTACIONES MOTORAS.....	8
5. PREVALENCIA E INCIDENCIA.....	9
6. ESTADO DEL ARTE	9
7. JUSTIFICACIÓN.....	11
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	13
3. METODOLOGÍA	15
1. FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS.....	15
2. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA	15
3. CRITERIOS DE ELECCIÓN	16
4. DIAGRAMA DE FLUJO.....	17
5. CALIDAD METODOLÓGICA.....	19
4. RESULTADOS.....	21
1. CALIDAD METODOLÓGICA.....	21
2. ARTÍCULOS SELECCIONADOS.....	27
3. INTERVENCIONES	28
4. RESULTADOS DE LAS INTERVENCIONES	35
5. DISCUSIÓN	45
6. CONCLUSIONES	51
7. PROPUESTA DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN (ECA).....	53
1. INTRODUCCIÓN/JUSTIFICACIÓN.....	53
2. HIPÓTESIS DE ESTUDIO	55
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	55
4. METODOLOGÍA	57
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	73
6. RESULTADOS ESPERADOS.....	75
7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	77
8. AGRADECIMIENTOS	79
9. BIBLIOGRAFÍA	81

10. ANEXOS87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ORGANIZACIÓN ANATÓMICA Y FUNCIONAL DEL CEREBELO. FUENTE: ANGELO ET AL. (6).	3
FIGURA 2: ESQUEMA REPRESENTATIVO DE LA PARTICIPACIÓN DEL CEREBELO EN RELACIÓN CON LA MÉDULA ESPINAL Y CORTEZA CEREBRAL. FUENTE: ANGELO ET AL. (6).	5
FIGURA 3: DIAGRAMA DE FLUJO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	18
FIGURA 4: REPRESENTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN SEGÚN EL TIPO DE ENTRENAMIENTO ESTUDIADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	31
FIGURA 5: SISTEMA TRIFACTORIAL DEL ABORDAJE DE LA MARCHA ATÁXICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	45
FIGURA 6: FÓRMULA OBTENCIÓN TAMAÑO MUESTRAL. FUENTE: (39)	73
FIGURA 7: TABLA CONVERSIÓN VALORES Z. FUENTE: (39).	74

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: ÍNDICE DE IMPACTO DE LAS REVISTAS (JCR Y SJR). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	22
TABLA 2: CALIDAD DE LOS ARTÍCULOS (ECAS) DE LA REVISIÓN. ESCALA PEDRO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	24
TABLA 3: CALIDAD DE LOS ARTÍCULOS (CASOS Y CONTROLES) DE LA REVISIÓN. ESCALA CASPE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	25
TABLA 4: CARACTERÍSTICAS Y RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. VARIABLE *: ($p < 0.05$).	40
TABLA 5: EJERCICIOS DE EQUILIBRIO POSICIÓN SD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	65
TABLA 6: EJERCICIOS DE EQUILIBRIO POSICIÓN BD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	66
TABLA 7: EJERCICIOS DE MARCHA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. IMÁGENES (34–36).	66
TABLA 8: PROGRESIÓN DE CARGAS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA DURANTE LAS SEMANAS DEL PROGRAMA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	67
TABLA 9: EJERCICIOS DE FUERZA MUSCULAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. IMÁGENES (37).	69
TABLA 10: CALENDARIO REPRESENTATIVO DEL PROGRAMA DE INTERVENCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	71

1. INTRODUCCIÓN

1. Epidemiología

La marcha atáxica es un patrón de marcha compensatorio que se produce cuando el cerebelo es incapaz de cumplir sus funciones, debido a un daño o una degeneración. Los individuos con ataxia se enfrentan a las dificultades de coordinación, la disminución de la capacidad de aprender de los errores de movimiento, la reducción del control postural anticipatorio y las pobres reacciones de equilibrio (1).

Esta afectación puede tener diversos orígenes, las ataxias cerebelosas (AC) son un grupo heterogéneo de trastornos que afectan principalmente al cerebelo y/o a las vías cerebelosas y pueden dividirse en tres clases: adquiridas, hereditarias o idiopáticas. (2) También pueden producirse por causas secundarias como accidentes cerebrovasculares, tumores, etiologías tóxicas/metabólicas... (3).

La marcha se refiere a la naturaleza cíclica en la que un individuo camina (4). Esta se consigue mediante movimientos coordinados de los segmentos del cuerpo, aprovechando una interacción entre factores internos y externos, y se realiza mediante la acción del sistema neuromuscular (5).

La ataxia se refiere a la falta de coordinación motora que refleja la función cerebelosa defectuosa en la coordinación de los músculos multiarticulares durante el movimiento (2).

En la marcha, esta falta de coordinación se manifiesta generando “una postura amplia con inestabilidad del tronco y pasos irregulares, lo que puede provocar un mayor riesgo de caídas” en las personas afectadas (4).

2. Fisiología del cerebelo

El cerebelo es una estructura cerebral central profundamente integrada con la corteza cerebral, el tronco encefálico y la médula espinal (6), que desempeña un papel fundamental en la organización de la coordinación planificada. Además del

Claudia Úriz Suescun

papel clave en la coordinación del movimiento voluntario y el control postural, el cerebelo ha sido implicado en los procesos de aprendizaje motor (7).

Es decir, se encarga de integrar la información procedente de diferentes señales motoras y multisensoriales de distintas regiones del cuerpo, para responder a ellas (2).

Está situado en la fosa posterior y se origina como una expansión de la región posterior del tronco encefálico, al que está conectado a través de tres pares de pedúnculos: superior, medio e inferior (6). La conexión cerebelosa con el tronco y la médula espinal se consigue gracias a las vías aferentes y eferentes que entran y salen a través de estos pedúnculos (8).

Estructuralmente, muestra una organización compleja que consiste en 3 regiones funcionales importantes: el vestibulocerebelo (lóbulo floculonodular), el espinocerebelo (vermis y paravermis) y el cerebrocerebelo (dos hemisferios laterales) (6).

Además de la corteza cerebelosa, existe una región interna importante en las interconexiones cerebelosas, formada por células de salida, las células de Purkinje; fibras de entrada (trepadoras y musgosas, conectadas con los tractos de entrada y las células de Purkinje) y núcleos profundos: fastigial, interpuesto (emboliforme y globoso) y dentado (8).

Desde el punto de vista funcional y patológico, la relación entre regiones dará lugar a una lesión o síntoma específico en cada caso.

El lóbulo floculonodular se conecta con el núcleo fastigial, luego con el vestibular y participa en el procesamiento vestibulo-ocular; las lesiones de estas áreas provocan déficits en la postura, la locomoción y el control oculomotor; el vermis (conectado con el núcleo fastigial) y el paravermis (zona media), en el procesamiento multisensorial y motor. Por otra parte, en cuanto a los hemisferios, las zonas más laterales se conectan con el núcleo dentado y las mediales, con el interpuesto; e intervienen en la coordinación sensomotora y las funciones ejecutivas (por lo que sus lesiones provocan una mala coordinación visuomotora). Las zonas más mediales, se

conectan con los núcleos globoso y emboliforme, y su afectación provoca temblores en las extremidades y alteraciones en el movimiento (6,8).

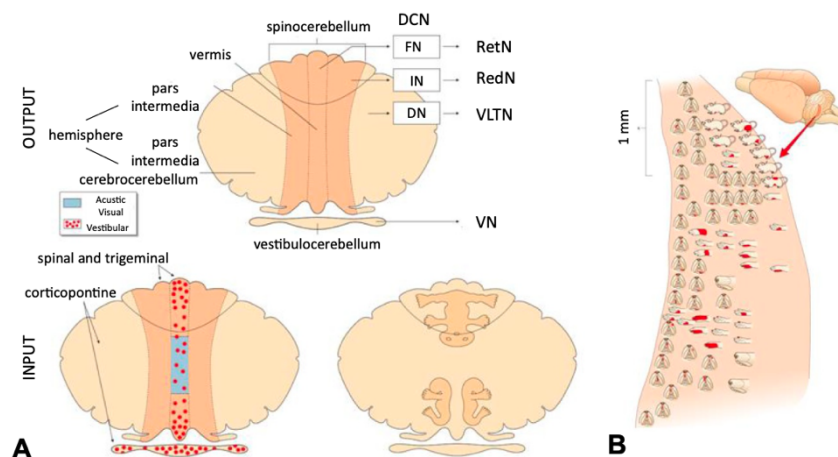


Figura 1: Organización anatómica y funcional del cerebelo. Fuente: Angelo et al. (6).

Vías de entrada-salida

Como ya hemos mencionado anteriormente, el cerebelo establece conexiones de entrada-salida con estructuras extracerebelosas, a través de una serie de vías, para llevar a cabo sus funciones (6,9).

Aferencias

El cerebelo recibe aferencias de dos estructuras principalmente, la corteza cerebral y el tronco encefálico, con las respectivas vías medulares ascendentes.

Las entradas sensoriales del sistema vestibular (posición y movimientos de la cabeza) parten del VIII nervio craneal y se proyectan homolateralmente al cerebelo, concretamente al vestibulocerebelo.

A través de los tractos espinocerebelosos dorsal y ventral (homolaterales), la información sensitiva y propioceptiva que parte de sentidos específicos como la cara o miembros, llega al cerebelo entrando a través de los pedúnculos superior e inferior, con su representación somatotópica correspondiente (6,9).

El tracto cervicocerebeloso, por otra parte, es el encargado de transmitir la información referente a la posición de la cabeza, con su proyección bilateral, desde la musculatura del cuello hasta el cerebelo, introduciéndose a través del pedúnculo

Claudia Úriz Suescun

cerebeloso. Finalmente, a través de la vía corticopontocerebelosa, la información descendente procedente de la corteza cerebral llega a los hemisferios cerebelosos (6,9).

A diferencia del cerebro, los hemicuerpos corporales están conectados con los hemisferios cerebelosos homolaterales. Por lo tanto, el cerebelo ejerce un control homolateral del movimiento (hemisferio derecho - hemicuerpo derecho, hemisferio izquierdo – hemicuerpo izquierdo) (6).

Eferencias

En este caso, las eferencias cerebelosas no tienen acción directa sobre los músculos (como ocurre en los tractos medulares), sino que requieren de una estructura intermediaria para conseguirlo.

Es decir, la información de salida que viaja a través de los núcleos cerebelosos profundos se proyecta con núcleos del tronco encefálico para llegar hasta la estructura diana.

Se habla de distintas vías de salida del cerebelo, tanto de manera ascendente como descendente. Por un lado, hay conexiones con la corteza cerebral (para el envío de información sobre los movimientos organizados); a través de fibras que ascienden por el tracto talamocortical y se acaban integrando en el sistema corticoespinal, para controlar la actividad de músculos axiales y proximales de las extremidades.

Por otro lado, desde los hemisferios cerebelosos parten proyecciones excitadoras sobre el núcleo rojo para el control motor y desde el tronco encefálico sobre la formación reticular (para el control de las cinturas y tronco).

Las células de Purkinje actúan desde la corteza cerebelosa con efecto inhibitorio sobre los núcleos vestibulares y cerebelosos profundos (6,9).

Función del cerebelo

Tras lo dicho anteriormente, gracias a la cantidad de información que recibe y emite, el cerebelo es el gran integrador inconsciente de la información e interviene con gran

importancia en la anticipación del movimiento. Es decir, forma parte de los sistemas automáticos corporales y funciona como un controlador avanzado que aprende a predecir el momento preciso de los eventos (6).

Regula la actividad neuronal de los diferentes núcleos del tronco encefálico (formación reticular, núcleo rojo y núcleo vestibular) y sus vías de salida de información.

Como ya se conoce, estos núcleos se activan con las conexiones de las vías descendentes (principalmente derivadas de los tractos piramidales) y, es el cerebelo, quien modula su actividad (no la de las motoneuronas espinales, sino las del tronco y la corteza) (6).

Este proceso, a nivel motor se traduce en la modulación de la actividad agonista-antagonista muscular y la coordinación de estos, permitiendo al individuo realizar una correcta acción ajustada al objetivo planteado. El cerebelo controla la contracción muscular de manera anticipatoria (feed-forward). Esto se consigue ya que, la propia corteza cerebral, al igual que emite la orden descendente a través del tracto piramidal, también informa al cerebelo (a través de la vía corticopontocerebelosa) de la señal motora, para conseguir la preparación anticipatoria postural (6).

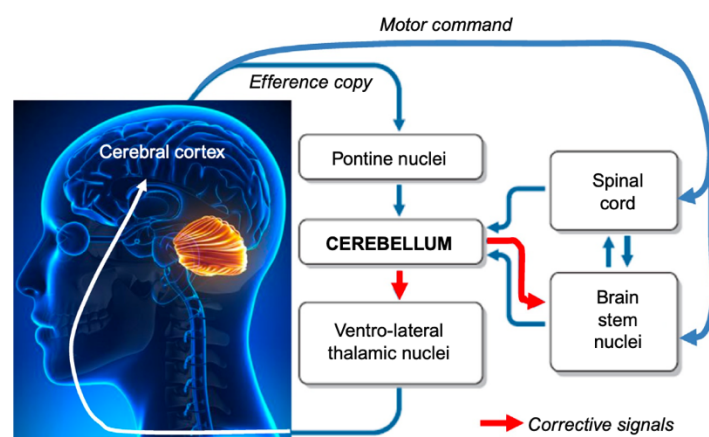


Figura 2: Esquema representativo de la participación del cerebelo en relación con la médula espinal y corteza cerebral. Fuente: Angelo et al. (6).

Cuando existe un daño cerebeloso, tanto la inactivación funcional de los núcleos cerebelosos profundos, como la falta de control de la acción entre agonistas y

antagonistas, provocan un aumento de las oscilaciones motoras y, finalmente, lo que se considera como movimientos atáxicos.

Por otro lado, la eferencias ascendentes que viajan hasta la corteza cerebral (área premotora y córtex prefrontal) permiten que el cerebelo pueda interferir también en la planificación motora, interactuando a nivel de programación y preparación del organismo (6).

3. Fisiopatología

En conclusión, el cerebelo es vital para el aprendizaje motor, además de tener un papel esencial en el control postural anticipatorio (feed-forward) y en la coordinación del tiempo y la graduación muscular. Para influir en la producción motora, el cerebelo debe procesar tanto la información descendente de la corteza cerebral relativa al movimiento previsto, como la información ascendente relativa a las consecuencias sensoriales de ese movimiento. Cuando existe un daño cerebeloso, esta función no se consigue realizar correctamente (1).

La marcha requiere una compleja interacción de diferentes músculos para mantener el equilibrio mientras se avanza. Aunque los niños empiezan a caminar alrededor de su primer año, la marcha sigue desarrollándose al menos hasta los 11 años (2).

Teniendo en cuenta la importancia del cerebelo en el aspecto motor, es por eso por lo que la mayoría de los síntomas de las ataxias cerebelosas se observan en procesos de la marcha y el equilibrio. La localización y la gravedad de la patología determinarán la presentación en cada individuo, el pronóstico y el predictor de su recuperación (1). El aspecto negativo de las AC es que, en la mayoría de los casos, no existe una lesión focal, sino difusa, generando un peor pronóstico y unos síntomas más extensos.

Espinocerebelo:

Está formado por el vermis y la región paravermiana (o pars intermedia) y está conectado principalmente con los sistemas sensoriomotor y la corteza cerebral (6). Recibe información sensorial del cuerpo, así como información de la corteza motora.

Sus neuronas eferentes pasan a los núcleos del tronco encefálico, que influyen en tres vías motoras: vía vestibulospinal, reticuloespinal y rubroespinal.

Teniendo en cuenta la intervención de estas vías (regulación del tono postural, ajustes posturales automáticos y la regulación de la actividad muscular agonista-antagonista), los individuos con daños en esta parte del cerebelo presentan entre otros síntomas, temblor postural, aumento de la oscilación postural, respuestas anormales de equilibrio o un pobre control postural anticipatorio. En la marcha también se puede llegar a observar una falta de coordinación entre extremidades (1).

Vestibulocerebelo:

Contiene al lóbulo floculonodular y el vermis anterior, y está conectado principalmente con el sistema vestibular (6). Además de recibir información de este último a través de las fibras musgosas, recibe información visual a través de las fibras trepadoras. Tiene un papel importante en el equilibrio y en la regulación del reflejo vestibular ocular (VOR), que permite la estabilidad de la mirada con el movimiento de la cabeza. La afectación de esta zona cerebelosa conlleva dificultades en el equilibrio y el control ocular (1).

Cerebrocerebelo:

El cerebrocerebelo comprende los hemisferios laterales y está conectado principalmente a la corteza cerebral (6). Esto permite que esta estructura sea imprescindible en la interconexión cerebro-cerebelo y, así, en el control de los movimientos voluntarios planificados y el control postural anticipatorio. Modifica la orden eferente enviada por la corteza motora, añadiendo precisión, sincronización y control de la experiencia de movimiento anterior, permitiendo también dirigir la atención consciente al movimiento cuando sea necesario.

En la mayor parte de los casos, esta estructura central está dañada, generando una reducción en el control de movimiento, llegando incluso en algunos casos a obligar al individuo a utilizar una ayuda externa para la deambulaci3n (muletas...) (1).

4. Afectaciones motoras

Tras este daño cerebeloso, las principales características biomecánicas que presentan los pacientes con esta marcha patológica son:

- Mala coordinación (intramuscular e intersegmentario) y graduación de la fuerza muscular: debido al deterioro del procesamiento de la información que llega relacionada con el movimiento previsto (desde la corteza cerebral) y desde el cuerpo (desde los receptores sensoriales).
- Reducción del control postural y tono muscular: falta de regulación en la modulación de las vías motoras descendentes.
- Alteración en la cadencia: el ritmo de los pasos es irregular, debido a la disfunción en los centros de control del movimiento automático (1,2).

Por otra parte, relacionado con la acción motora, existen afectaciones en el aprendizaje motor:

- Reducción en la capacidad de aprendizaje tras error y en la consolidación de este para conseguir una marcha automática: por el deterioro en la neuroplasticidad de fibras, células de Purkinje y núcleos profundos.
- Reducción en la capacidad de adaptación ante estímulos externos: deterioro en los sistemas de entrada sensorial y conexión interna (fibras trepadoras – células de Purkinje) (1,2).

Así, todas estas anomalías motoras observadas son consecuencia de una mala coordinación de las extremidades y de una alteración del equilibrio. Para mantener la estabilidad durante la marcha, los pacientes adoptan un conjunto de estrategias adaptativas y compensatorias (2). Estos problemas con el control del equilibrio y la respuesta ante un estímulo externo generan un aumento en el riesgo de caídas de estos pacientes (10).

Para compensar las características mencionadas anteriormente, los pacientes aumentan la anchura de la base de apoyo, dan pasos más pequeños y aumentan la

duración del contacto del pie con el suelo, sacrificando la fase de balanceo. Avanzan más lentamente, con una cadencia más baja y un ritmo de marcha preferente (4).

5. Prevalencia e incidencia

La incidencia y la progresión de las AC en toda la población es muy variada (por ejemplo, en Reino Unido afectan a más de 10.000 adultos, con una edad de inicio y una evolución de la enfermedad variables) (4).

Sin embargo, como ya hemos mencionado anteriormente, este daño cerebeloso puede tener un origen diverso, adquirido, hereditario o idiopático. Así, por tanto, la etiología y prevalencia de las ataxias cerebelosas es variada según el tipo de afectación tratada.

De las ataxias hereditarias, la que mayor prevalencia ofrece es la ataxia de Friedreich, se estima entre 2-5 por 100.000 afectados; y, en segundo lugar, las ataxias espinocerebelosas (la más común es la SCA 6), con una prevalencia de entre 0,9 y 3,0 por 100.000.

Por otro lado, de entre las no hereditarias, la esclerosis múltiple es la más común (con una prevalencia aproximada de 100 por 100.000) (8).

6. Estado del arte

En la actualidad, no hay cura ni tratamiento modificador para ataxia, aunque se están investigando los distintos métodos o técnicas óptimas a través de los cuales se pueden abordar los síntomas motores e incapacitantes que las personas afectadas presentan, y atenuarlos para aspirar a una vida con una calidad máxima.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la marcha se considera un proceso automático, donde los patrones de activación muscular se almacenan en las conexiones cerebelosas. El hecho de que la habilidad para consolidar el aprendizaje motor esté disminuida, afecta al proceso automático de la marcha, de forma que las

Claudia Úriz Suescun

personas con una mayor afectación cerebelosa tienden a depender de un control cortical, siendo más conscientes de cada paso que realizan.

Esto limita de forma importante su desempeño motor, especialmente su estado físico o psicológico está alterado, por ejemplo, en el caso de presentar fatiga o un estado psicológicamente inestable (1).

Al margen de los tratamientos, está claro que el primer paso a realizar es el diagnóstico correcto, seguido del abordaje de los múltiples síntomas que se observan (3). En la actualidad, existen diversos métodos propuestos, cuya evidencia y eficacia es cuestionable; aunque hasta el momento, parecen ser utilizados.

Tratamiento farmacológico

En la actualidad no se ha demostrado de forma concluyente que ningún tratamiento farmacológico ralentice o detenga la progresión de las ataxias cerebelosas (11), aunque actualmente se ha observado cierta excepción, que puede ser tratada con aminopiridinas y acetazolamida (8).

Actividad Física Adaptada:

Tal y como hemos mencionado anteriormente, el aspecto psicológico, social y de bienestar influyen en el desempeño de las actividades motoras durante actividades automáticas como es la marcha.

La actividad física adaptada (AFA) se ha incluido en el programa de rehabilitación, ya que incluye ejercicios de grupo destinados a la prevención secundaria y terciaria de la discapacidad (sobre todo la inactividad) y a la mejora del estilo de vida, desde un enfoque más social, interactivo y como promotor de la salud.

Se trata de la realización de ejercicios de manera aeróbica como ejercicios de estiramiento o fuerza de manera lúdica (con la utilización de elásticos, palos, hula-hops, botellas, pelotas...), dejando a un lado el objetivo puramente físico y buscando la estimulación del paciente, la coordinación y la motivación por la actividad física.

Se ha observado como este tipo de disciplina mejora el estado psicofísico de los pacientes con SCA; y este efecto se ve aumentado si a la vez se escucha música, fomentando el aspecto del estado de ánimo y la socialización entre pacientes (12–14).

Realidad virtual y videojuegos:

La realidad virtual inmersiva es una tecnología de reciente desarrollo que permite la estimulación de los sentidos y la posibilidad de operar de forma interactiva en un entorno de rehabilitación personalizado. Esto permite realizar diferentes actividades en tiempo real, como jugar, caminar y manipular objetos.

Los videojuegos también mejoran la coordinación oculomotora, las capacidades de anticipación y los movimientos rápidos que se ejecutan en un entorno virtual (12).

Se llevó a cabo un estudio donde se obtuvieron resultados posteriores al tratamiento mostraron una mejora en los ítems del SARA relacionados con la postura, el equilibrio, la marcha y la coordinación.

Si que es cierto que, pese a estos positivos resultados, cuando la ataxia presenta cierta evolución, este tipo de terapia debe combinarse con programas motores específicos destinados a prevenir las caídas y a mejorar la movilidad, la resistencia, la postura, el equilibrio y la fuerza muscular. Para ello, se proponen mientras la utilización de videojuegos, ejercicios de equilibrio estáticos y dinámicos, así como movimientos de todo el cuerpo (15).

7. Justificación

Como hemos mencionado anteriormente, la incidencia de esta afectación cerebelosa es muy variada, e incluso se podría determinar que no muy elevada. Sin embargo, la falta de una cura hasta el momento y la gran repercusión de los síntomas en el día a día del paciente la hace muy incapacitante, y no solo para el propio individuo, sino también para su entorno.

Claudia Úriz Suescun

Ante esta situación, las únicas alternativas y estrategias de intervención se centran en sobrellevar estas afectaciones motoras y prevenir consecuencias negativas como pueden ser las caídas, la fragilidad o frustración, entre otros aspectos.

Están claros los beneficios del ejercicio físico y el entrenamiento en cualquier tipo de personas; además de mejorar el funcionamiento de los sistemas del organismo, la fuerza o la habilidad; la calidad de vida y el estado de ánimo mejoran. Por tanto, vamos a analizar si también el ejercicio desde un punto de vista fisioterápico influye en los síntomas motores específicos de estos pacientes.

Por todo ello, el objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica con los estudios más actuales de los últimos años sobre técnicas de fisioterapia y ejercicio físico en pacientes con marcha atáxica, buscando aquellos de mayor calidad disponible en la literatura científica con los que tratar de extraer conclusiones y guiar el camino hacia la prescripción de un programa de intervención; que tenga como finalidad el aumento de la estabilidad dinámica en los pacientes, la seguridad y, en mayor medida, disminuir el riesgo de caídas que les aparece en el día a día.

Además, teniendo en cuenta que se trata de afectaciones de larga duración, se trata de encontrar la vía de trabajo activo a través de la cual el propio paciente pueda ver el potencial de incidencia que tiene sobre sus síntomas, y la manera de poder aspirar los años que les restan de vida a la mayor funcionalidad, independencia y calidad de vida posible.

En conclusión, la justificación del estudio se basa en la propia experiencia personal, ya que durante un rotatorio de las prácticas de la carrera me tocó abordar las sesiones de tratamiento de un paciente con esta patología. Me impactó en gran medida las limitaciones en su día a día que él tenía pese a las ganas que tenía de colaborar en el tratamiento para su mejora. Esto me motivó para intentar de alguna manera a través de este trabajo investigar y plantear un tratamiento que le pudiera ayudar.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Los pacientes con daño cerebeloso presentan diversas afectaciones que inciden mayormente al aspecto motor, marcha y equilibrio; además del proceso de aprendizaje (reducción de respuesta ante un estímulo externo y falta de reaprendizaje motor). En el proceso de la marcha, la ataxia se traduce en un desequilibrio corporal que conlleva una disminución de la capacidad deambulatoria y funcionalidad independiente, e incluso un aumento en el riesgo de caídas.

Teniendo en cuenta estos datos, hay varias premisas a tener en cuenta dentro del proceso de tratamiento:

1. En los últimos años, hay evidencias que determinan que, pese al daño cerebeloso, hay un proceso de adaptación de otras estructuras (mecanismo de neuroplasticidad) para tratar de suplir la función cerebelosa ausente (7).
2. El fortalecimiento muscular, la estimulación multisensorial y la estabilidad estructural están íntimamente relacionados con el equilibrio y la postura, tanto estática como dinámica (7).
3. Para el desarrollo de las habilidades motoras y la consolidación del aprendizaje, existen dos técnicas con amplia evidencia, la práctica de ensayo-error o el aprendizaje declarativo (1).

Teniendo en cuenta estas premisas, la **hipótesis** de este proyecto consiste en analizar y confirmar que la intervención fisioterápica es capaz de obtener resultados positivos en el control postural y el reaprendizaje motor, disfunciones propias de los pacientes con marcha atáxica; permitiendo así adquirir una marcha estable y funcional para conseguir disminuir el riesgo de caídas y adquirir la mayor autonomía y máxima calidad de vida posible.

Por tanto, dentro de este programa de intervención nos vamos a encontrar con distintos objetivos, planteados en forma de preguntas PICO, que tratarán de llegar a la conclusión del proyecto:

Objetivo principal: analizar en pacientes de entre 20 y 80 años con lesión cerebelosa degenerativa, el efecto de la fisioterapia y la terapia física en la marcha, y aplicarlo

Claudia Úriz Suescun

mediante un programa de intervención, con el fin de conseguir una marcha y autonomía máxima posible, dentro de las limitaciones de la afectación.

Objetivo 1: analizar el efecto del tratamiento fisioterápico sobre el equilibrio con el fin de que este sea adecuado a las exigencias de la vida diaria. Estudiar la probabilidad de obtener este resultado como suma de los siguientes subobjetivos.

- Subobjetivo 1: identificar el efecto de la intervención fisioterápica sobre el equilibrio y la identificación de las escalas de equilibrio adecuadas para estos pacientes.
- Subobjetivo 2: determinar el efecto del tratamiento de fisioterapia sobre el riesgo de caídas del paciente y examinar cuáles son las escalas de medida más adecuadas para su medición.
- Subobjetivo 3: examinar el efecto del tratamiento fisioterápico sobre la fuerza muscular en miembros superiores, miembros inferiores y tronco.

Objetivo 2: examinar la calidad de un movimiento automático concreto como es la marcha en el paciente, y determinar el grado de autonomía personal que esta le permite desarrollar.

- Subobjetivo 1: analizar el efecto de la intervención de fisioterapia sobre el proceso de la marcha y estudiar las escalas de medida más adecuadas para su estudio.
- Subobjetivo 2: determinar cuáles son las variables concretas de la marcha que se modifican en estos pacientes (cadencia, longitud y anchura de paso, velocidad de la marcha...)
- Subobjetivo 3: estudiar cuál es el resultado funcional, medido a través de escalas funcionales, del tratamiento de fisioterapia en los pacientes atáxicos.

Objetivo 3: determinar el grado de modificación de la calidad de vida percibida por los pacientes después del tratamiento de fisioterapia.

3. METODOLOGÍA

Para dar respuesta a las hipótesis se plantea un estudio de revisión sistemática en bases de datos.

1. Fuentes de información utilizadas

Con la finalidad de dar respuesta a la hipótesis planteada, se ha realizado una búsqueda amplia en la literatura científica y un estudio de revisiones sistemáticas en bases de datos como Pubmed, Pedro, y Cochrane.

Todos los artículos utilizados para la realización del trabajo han sido publicados en los últimos 10 años y fueron seleccionados en función de la relevancia de su contenido y de la calidad metodológica de sus procedimientos.

2. Estrategias de búsqueda

Teniendo en cuenta los objetivos de nuestro estudio y con la intención de que no se perdiese información acerca de alguna de las bases que forma nuestra herramienta de tratamiento, se realizaron varias búsquedas centradas en 2 palabras clave principalmente. En primer lugar, la primera palabra clave central fue “Gait ataxia”, relacionada con tres tipos de intervención: “Physiotherapy treatment” OR “Physical Therapy” OR “Gait treatment”. Teniendo en cuenta la limitada bibliografía que esta búsqueda ofrecía, se optó por utilizar la segunda palabra clave central, algo más amplia pero relacionada con esta primera: “Cerebellar ataxia”, junto con las intervenciones previamente mencionadas. Al utilizar varias palabras clave comunes en ambas búsquedas, es obvio que numerosos artículos fueron comunes para ambas, sobre todo en la base de datos de Pubmed. Sin embargo, es preciso comentar que estos no se consideraron como duplicados, sino que únicamente fueron incluidos como parte de la primera búsqueda.

En la base de datos PubMed, se realizó una búsqueda sistemática de términos indexados (MeSH) relacionados con la patología y la intervención y se introdujo el

Claudia Úriz Suescun

filtro de “full text” y de “10 años”. Para la base de datos de PEDro se realizó la búsqueda en función a la patología, y para Cochrane, se introdujo el filtro “Clinical trial”.

- Pubmed: 147 artículos.
- PEDro: 9 artículos.
- Cochrane: 83 artículos.

Teniendo en cuenta las dos búsquedas bibliográficas, gran parte de los artículos presentes en Pubmed resultaron ser comunes y se consideraron como resultados de la primera búsqueda, y otros fueron eliminados por estar duplicados. Se realizó la lectura de todos los títulos y resumen en el caso de que el título generase dudas. A aquellos que fueron de interés se les aplicó una serie de criterios de calidad metodológica y en el caso resultar insuficiente, fueron eliminados; quedando un total de 8 artículos.

Para la introducción del trabajo, se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos de Pubmed y Cochrane (introduciendo en esta última el filtro de “Reviews”) con los términos relacionados con la patología y con la intervención física.

3. Criterios de elección

Los criterios de elegibilidad se han determinado en base a la estrategia PICOS (Población, Intervención, Comparación, Resultados, Estudio) y a una serie de criterios de calidad:

- Los participantes de los estudios tenían que ser sujetos humanos de entre 20 y 80 años con un diagnóstico de lesión cerebelosa degenerativa, afectaciones motoras y sin alteraciones neurológicas adicionales.
- El tipo de intervención considerada ha sido la terapia física o fisioterapia; excluyéndose así las intervenciones basadas en pilates, taichí o yoga o médicas.

- Todos los estudios incluidos debían al menos evaluar uno o más aspectos relacionados con la marcha y el equilibrio o síntomas de la patología.
- Estos estudios debían ser ensayos clínicos y tener un criterio de calidad mínimo en la escala PEDro ≥ 5 y Caspe > 7 ; y estar publicados en revistas que se encuentren en Q1 o Q2 de factor de impacto en SJR (Scimago Journal Rank) y en JCR.

4. Diagrama de flujo

Se representa el resumen de la búsqueda sistemática realizada en el diagrama de flujo (Figura 3). Para su realización se utilizó el modelo PRISMA, que parte desde el inicio del proceso (palabras clave utilizadas en cada una de las diferentes bases de datos), continúa por el número total de artículos encontrados y una vez eliminados los duplicados y los de insuficiente calidad metodológica, finaliza con los estudios incluidos en la revisión sistemática. Este modelo está basado en la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta - Analyses), que es una guía de investigación diseñada para mejorar la integridad del informe de las revisiones sistemáticas y metaanálisis ya que ayuda a los autores para planificar, preparar y publicar sus revisiones.

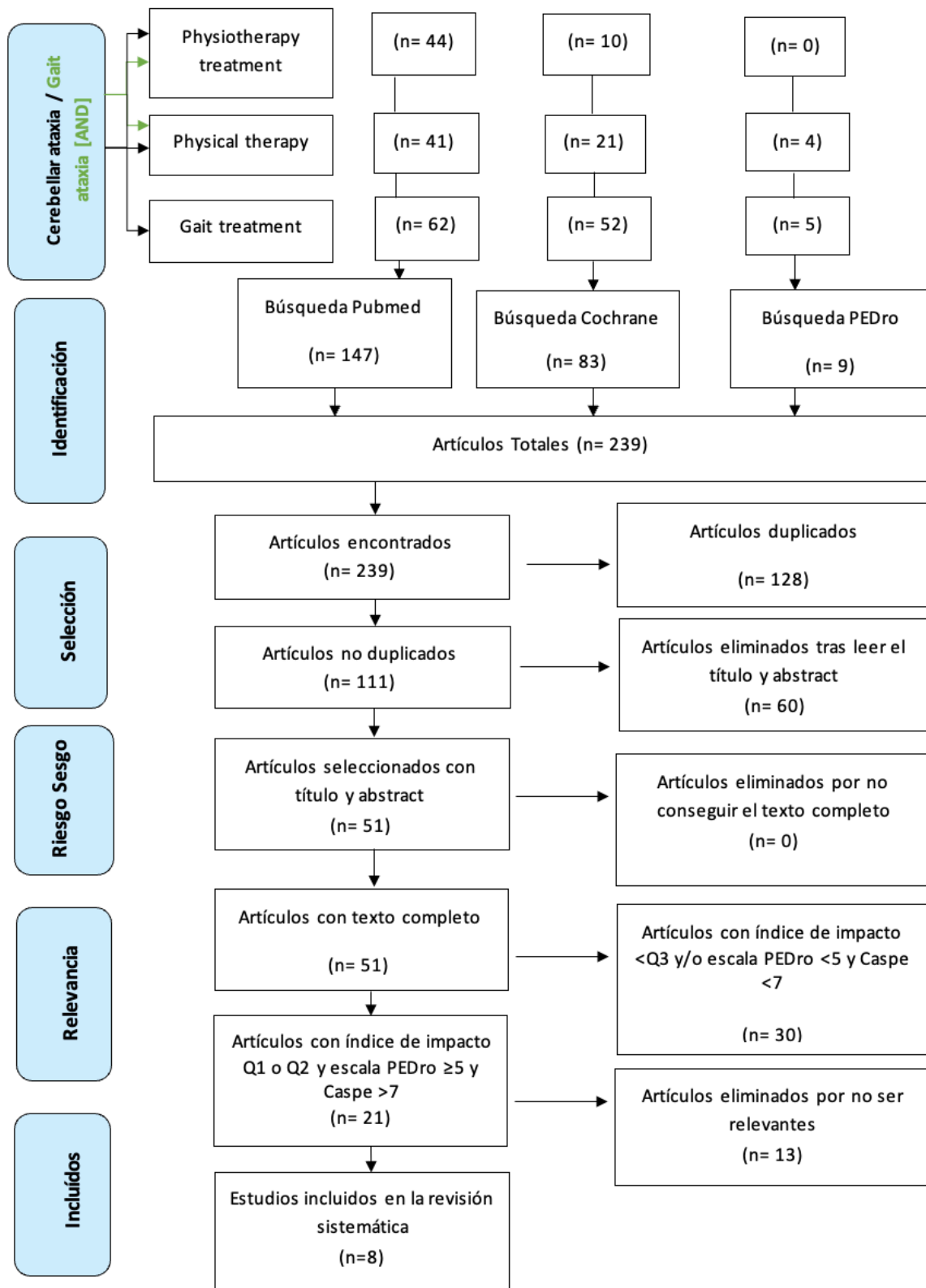


Figura 3: Diagrama de flujo. Fuente: elaboración propia.

5. Calidad metodológica

○ Extracción de datos:

Inicialmente se descartaron artículos en función a la lectura del título y del resumen. Si el artículo era relevante, de acuerdo con los criterios de las preguntas PICO, se realizó el estudio completo.

○ Calidad del estudio:

Esta revisión sistemática analizó la calidad de los estudios incluidos utilizando la escala PEDro (Anexo 1) para ensayos clínicos relacionados con la fisioterapia, buscando una puntuación ≥ 5 garantizando así una mínima calidad que asegure fiabilidad y validez interna en la metodología del estudio.

Más adelante se muestra el análisis de la escala PEDro para cada uno de los artículos incluidos en esta revisión. En el caso de los estudios de casos y controles, la calidad de estos se evaluó a través de la escala Caspe (Anexo 2), y se determinó una puntuación > 7 para asegurar su validez y evidencia e incluirlo en el estudio.

Además, para evaluar la calidad de las revistas en las que han sido publicados cada uno de los artículos incluidos según su factor de impacto, se utilizó el indicador JCR (Journal Citation Reports) y SJR (SCImago Journal & Country Rank), que calculan el factor de impacto de las revistas en las que han sido publicados los artículos en su año correspondiente, y otorgan un peso determinado a las citas de una revista (en función del área científica y la relevancia de las revistas).

Además, estas citas son clasificadas en cuatro cuartiles, siendo el cuartil o la categoría Q1, la más alta. Esto garantiza la importancia relativa de la revista dentro de su misma área.

Claudia Úriz Suescun

○ Análisis de resultados:

Una vez seleccionados los 8 artículos para la revisión, se realizó un análisis del tipo de estudio (casos y controles o controlado aleatorizado) y se prestó atención en las diferentes características de cada artículo con el objetivo de determinar y discutir los resultados.

Para ello, se han extraído los siguientes datos:

- Autor y título del artículo
- Características de los pacientes: número de participantes del estudio, edad y tipo de lesión cerebelosa y capacidad deambulante.
- Intervención: protocolo de intervención, duración del programa y frecuencia.
- Evaluación: frecuencia, comparativa entre grupos (pre-post o control-intervención) y variables de medida.
- Resultados, efectos de la intervención y conclusiones.

Una vez explicado esto, se realizó una tabla a modo resumen de los resultados.

4. RESULTADOS

1. Calidad metodológica

○ Revistas:

A los 8 artículos de la revisión sistemática se les pasaron varios criterios de calidad. En primer lugar, el indicador SJR (Scimago Journal Rank) y el JCR (Journal Citation Reports) para calcular el factor de impacto y el cuartil (Q) de las revistas científicas en las cuales fueron publicados. Todas las revistas de los artículos obtuvieron un Q1, siendo el cuartil de mayor calidad, excepcionando una que obtuvo Q2 en SJR y en JCR. Estos resultados pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1: Índice de impacto de las revistas (JCR y SJR). Fuente: elaboración propia.

Autor Et Al. (Año) (Referencia)	Revista	Journal Citation Reports (JCR)			Scimago Journal & Country Rank (SJR)		
		Factor Impacto	Categoría	Posición En Categoría	Factor Impacto	Categoría	Posición En Categoría
Ilg <i>et al.</i> (2009) (20)	Neurology	1,705	Clinical Neurology	4/167 (Q1)	3,112	Neurology (clinical)	17/372 (Q1)
Ilg <i>et al.</i> (2010) (21)	Movement Disorders	14,290	Neurology	27/185 (Q1)	2,257	Neurology	18/339 (Q1)
Ichiro Miyai <i>et al.</i> (2012) (16)	Neurorehabilitation and Neural Repair	1,310	Rehabilitation	2/64 (Q1)	3,105	Rehabilitation	3/130 (Q1)
Keller <i>et al.</i> (2014) (23)	Neurorehabilitation and Neural Repair	3,533	Rehabilitation	1/64 (Q1)	2,407	Rehabilitation	3/130 (Q1)
Nardone <i>et al.</i> (2014) (17)	Restorative, Neurology and Neuroscience	1,683	Neurosciences	113/252 (Q2)	1,318	Neurology	49/370 (Q2)
Fonteyn <i>et al.</i> (2014) (22)	Gait & Posture	0,560	Sport Sciences	12/81 (Q1)	1,403	Rehabilitation	19/130 (Q1)
Scott Barbuto <i>et al.</i> (2020) (18)	Clinical Rehabilitation	1,39	Rehabilitation	10/68 (Q1)	1,15	Physical Medical & Rehabilitation	27/210 (Q1)
Scott Barbuto <i>et al.</i> (2021) (19)	Clinical Rehabilitation	1,39	Rehabilitation	10/68 (Q1)	1,15	Physical Medical & Rehabilitation	27/210 (Q1)

○ Escala PEDro y Caspe:

En cuanto al análisis de la calidad metodológica de los estudios, para determinar la validez interna de los ensayos clínicos aleatorizados (4 artículos) y los casos y controles (4 artículos), se pasaron los criterios de la escala PEDro y Caspe, respectivamente.

La media fue una puntuación de un 7, siendo 6 el valor más bajo y 8 el más alto. El valor máximo conseguido en la escala Caspe fue 10 y el mínimo 9, desencadenando así una media de 9,5; un valor que asegura la suficiente calidad de estos artículos para su inclusión en la revisión. Los resultados previamente obtenidos pueden observarse en la Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2: Calidad de los artículos (ECAS) de la revisión. Escala PEDro. Fuente: elaboración propia.

Autor <i>et al.</i> (Año) (Referencia)	Criterio 1 (2)	Criterio 2 (3)	Criterio 3 (4)	Criterio 4 (5)	Criterio 5 (6)	Criterio 6 (7)	Criterio 7 (8)	Criterio 8 (9)	Criterio 9 (10)	Criterio 10 (11)	TOTAL
Miyai <i>et al.</i> (2012) (16)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	7 / 10
Nardone <i>et al.</i> (2014) (17)	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	6 / 10
Barbuto <i>et al.</i> (2020) (18)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	8 / 10
Barbuto <i>et al.</i> (2021) (19)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	7 / 10

Tabla 3: Calidad de los artículos (casos y controles) de la revisión. Escala Caspe. Fuente: elaboración propia.

Autor et al. (Año) (Referencia)	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6	Criterio 7	Criterio 8	Criterio 9	Criterio 10	Criterio 11	TOTAL
Ilg et al. (2009) (20)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	10 / 11
Ilg et al. (2010) (21)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	10 / 11
Fonteyn et al. (2014) (22)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	9 / 11
Keller et al. (2014) (23)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	10 / 11

2. Artículos seleccionados

El proceso de búsqueda bibliográfica obtuvo un total de 239 publicaciones entre las 2 búsquedas realizadas para cada una de las bases consultadas. De las cuales 128 publicaciones fueron resultados duplicados. De los 111 artículos restantes, fueron seleccionados 51 mediante la lectura del título y resumen, de los cuales ninguno se eliminó por falta del texto completo. A esta muestra de estudios se les analizó el factor de impacto y posteriormente la escala PEDro y Caspe. Tras un filtrado final en el que se desecharon 13 artículos por no considerarse relevantes, se obtuvo un total de 8 artículos; los cuales todos los estudios fueron publicados entre 2010 y 2020.

Se dividieron estos 8 artículos en tres grupos en función del tipo de intervención y, por tanto, el tema principal del estudio:

- Entrenamiento de equilibrio: 3 artículos, de los cuales uno fue un estudio de casos y controles (23) y los otros dos (18,19), estudios controlados aleatorizados (ECA).
- Entrenamiento de marcha: 3 artículos, siendo todos ellos estudios de casos y controles (20–22).
- Entrenamiento combinado (equilibrio + marcha): de los 2 artículos que abordaron este tipo de intervención, uno fue un estudio controlado aleatorizado (ECA) (16), y otro fue un estudio de casos y controles (17).

Características de las muestras

En los artículos, el número medio de sujetos para realizar el estudio fue de 21 sujetos, siendo 10 la muestra de menor tamaño y 42, la de mayor. Fue en el estudio de Fonteyn *et al.* (22) en el que menor tamaño muestral se observó.

En cuanto al tipo de pacientes que se incluyeron en dichos estudios, todos ellos presentaban un diagnóstico de ataxia cerebelosa degenerativa, referían afectaciones motoras durante la marcha, pero carecían de cualquier otra alteración neurológica, cognitiva o visual que pudiera interferir en estas. Además, únicamente fueron dos estudios abordados por Fonteyn *et al.* (22) y Barbuto *et al.* (18), respectivamente, quienes no determinaron con exactitud el criterio de la mínima capacidad

Claudia Úriz Suescun

deambulante (10 metros mínimo de manera independiente o con una ayuda externa) de los sujetos, como sí que lo hicieron el resto.

La edad media de los pacientes incluidos en todos los estudios fue de 50 años; observándose en todos pacientes adultos con un rango de edad descrito entre los 40-80 años, exceptuando alguno en el que se incluyen sujetos de hasta 20 años como valor inferior del rango. Las muestras incluyeron sujetos de ambos sexos: de los 163 pacientes en total, 64 fueron mujeres y 99, hombres. Únicamente fue en un estudio (22) en el que no se incluyeron mujeres.

En cuanto al tipo de división de los sujetos en grupos, 4 estudios realizaron una subdivisión en dos grupos, siendo en dos de ellos (16,18) grupo control e intervención; y en otros dos, (17,19), dos grupos intervención. El resto de los artículos, los 4 restantes, utilizaron un único grupo incluyendo a todos los sujetos para aplicarles el método de tratamiento.

Por otra parte, en referencia al método o frecuencia de evaluación de las variables, todos ellos han realizado una doble evaluación comparativa (pre-intervención y post-intervención). Adicionalmente, aquellos que han tenido la disponibilidad por la previa diferenciación de sujetos, han realizado una comparación de resultados entre grupos; y han sido únicamente 5 estudios (16,19–21,23), los que han llevado a cabo una evaluación adicional, con vistas a largo plazo, al cierto tiempo de haber sido sometidos al método de intervención (varias semanas o meses después).

3. Intervenciones

A lo largo de este apartado, se presentan las características de los tres tipos de intervenciones realizadas en los estudios que conforman la revisión y los parámetros y variables de medida abordados en ellos.

Tipo de tratamiento

○ Entrenamiento de equilibrio (EE):

3 estudios, ya mencionados anteriormente, abordaron este tipo de intervención. Barbuto *et al.* (18) comparó un grupo que realiza entrenamiento de equilibrio con un grupo control, que se limita a continuar con su actividad física habitual del día a día y realizan el programa de entrenamiento 4 semanas posterior, aunque estos datos tras el entrenamiento no son introducidos en el estudio. Dicho entrenamiento de equilibrio consistía en realizar 6 ejercicios distintos de equilibrio en distintas posiciones (sentado, de pie o subidos a una superficie) y sobre distintas superficies (estables e inestables), durante 5' cada uno.

Barbuto *et al.* (19), por otra parte, estableció como método de intervención la comparación entre un grupo de EE, previamente comentado, y otro grupo de entrenamiento aeróbico, quienes durante 30' realizan trabajo en bicicleta estática.

Finalmente, Keller *et al.* (23), por el contrario, aplicó este programa de ejercicio a un único grupo de pacientes, sin realizar una comparativa, a los cuales evalúa en el momento pre y post y, por tanto, analiza su efecto tras la intervención. En este caso, este autor prescribió ejercicios en dos posiciones (sedestación y bipedestación) y con distintas superficies (estables, inestables como un foam); o incluso con variaciones de apoyos (zancadas, tándem o apoyo monopodal).

○ Entrenamiento de marcha (EM):

Otros tres estudios utilizaron este entrenamiento. En primer lugar, Ilg *et al.* en 2009 (20) y, posteriormente, en 2010 (21), estableció un único grupo de intervención, que fue sometido a sesiones de entrenamiento de este tipo. Para ambos los pacientes tenían que realizar durante 1 hora 5 categorías de ejercicios, entre los que se encuentran subir y bajar escaleras, movimientos de coordinación de miembros y tronco o incluso escalones u obstáculos en la marcha, entre otros.

Claudia Úriz Suescun

Por otro lado, y al igual que los dos artículos anteriores, Fonteyn *et al.* (22) elaboró otro estudio de casos y controles, en el cual aplica un entrenamiento basado en la marcha a un único grupo de sujetos, el grupo intervención. Durante 1 hora de tratamiento, los pacientes debían realizar ejercicios de marcha agrupados en 6 bloques, siendo progresivos en cuanto a intensidad y dificultad (velocidad, obstáculos...).

○ Entrenamiento combinado (EC):

Dos estudios optaron por analizar los efectos del EC en pacientes con marcha atáxica. Este entrenamiento consistió en unir los efectos del entrenamiento de equilibrio junto con el de la marcha y proponerlo mediante la realización de varios bloques de ejercicios. Por un lado, Miyai *et al.* (16) utilizó este recurso mediante la comparación entre un grupo EC y uno control. Para ello, elaboró un programa de intervención que consiste en realizar durante 1 hora ejercicios de equilibrio (en posición de SD, BD, rodillas y cuadrupedia), ejercicios de movilidad de tronco y extremidades, marcha junto con subida y bajada de escaleras; englobando así los dos entrenamientos.

Por el contrario, y tratándose de un estudio de casos y controles, Nardone *et al.* (17) únicamente estableció un único grupo intervención. El EE que incluyó es similar a los anteriores (posición de SD, BD, cuadrupedia, monopodal) pero añadió alteraciones visuales (ojos abiertos y ojos cerrados). En cuanto al entrenamiento de la marcha, optó por prescribir subidas y bajadas de escaleras, marcha con giros de cabeza, cambios de dirección o cruces y esquivas de obstáculos.

A continuación, en la Figura 4 se observa un esquema de lo anteriormente comentado:

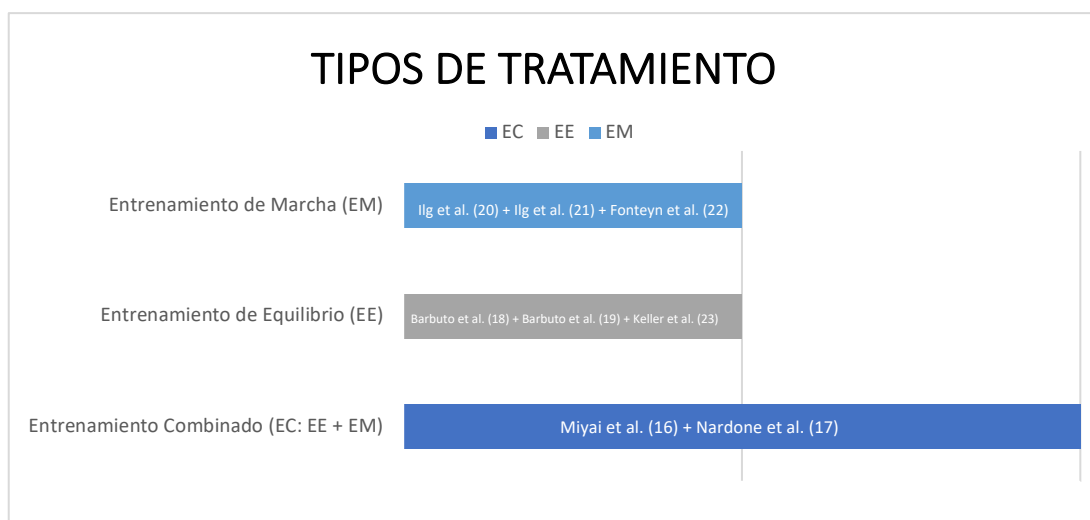


Figura 4: Representación de los artículos incluidos en la revisión según el tipo de tratamiento estudiado. Fuente: elaboración propia.

Tiempo de intervención

El tiempo de intervención establecido en los distintos programas oscilaba desde las 3 semanas, (17), el de menor duración, hasta las 6 semanas, el programa llevado a cabo por Keller *et al.* (23), presentando la mayor duración. Dentro de este intervalo, el tiempo más frecuente han sido las 4 semanas (16,18–21).

Prescripción del ejercicio de mantenimiento post intervención

Sin importar ni diferenciar el tipo de entrenamiento que se llevaba a cabo, únicamente han sido 3 artículos quienes han prescrito o recomendado ejercicio a los sujetos tras el programa de intervención, con el objetivo de establecer actividad física de mantenimiento. Ilg *et al.* (20) determinó 8 semanas más de ejercicio domiciliario pautado (y evaluado cada cierto tiempo) y también en 2010, Ilg *et al.* (21) recomendó la realización de estos mismos ejercicios durante el año posterior a la intervención.

Finalmente, Miyai *et al.* (16) pautó la realización de 20 - 40 minutos por semana de dichos ejercicios, durante los posteriores 8 meses.

Duración de cada sesión y frecuencia del ejercicio

La duración de cada sesión varía desde los 35', (18,19,23), hasta los 90'. Los restantes 4 estudios de la muestra ofrecían una duración estándar de 1 hora.

Claudia Úriz Suescun

En referencia a la frecuencia de sesiones a lo largo de una semana, aparece un rango de variabilidad que oscila entre las 2 sesiones por semana, propuestas por Fonteyn *et al.* (22), y las 6 sesiones por semana, de Miyai *et al.* (16). Por otra parte, tres días a la semana está presente en dos estudios, (20,21); y, cinco sesiones por semana, en otros cuatro artículos, (17–19,23).

Variables de medida

- Equilibrio

Teniendo en cuenta las principales características motoras de esta afectación, una de las principales variables a analizar es el equilibrio, implicado directamente en el riesgo de caídas. De todos los artículos en los que se ha evaluado esta variable destacada, siete concretamente; tres de ellos, (17,21,22), han utilizado la escala Berg (BBS).

Esta escala evalúa tanto el equilibrio estático como dinámico y lo relaciona con el riesgo de caídas presente en el paciente. La evaluación la realiza a través de 14 ítems a completar mientras el sujeto desempeña 14 tareas (en posiciones estáticas, transferencias...), dotándole de una puntuación que oscila entre 0 puntos (incapaz de realizarla) y 4 (realizada sin problema ni ayuda). La suma total estará comprendida entre los 0 puntos (equilibrio gravemente afectado) y los 56 puntos (equilibrio excelente). A su vez, como se ha mencionado anteriormente, también lo relaciona con el riesgo de caídas, de manera específica: 0-20 puntos, alto riesgo; 21-40, riesgo moderado; 41-56, leve riesgo. En el Anexo 3 se puede observar claramente esta escala.

Esta variable, principalmente a nivel estático, también ha sido testada a través de sensores inerciales, en varios artículos restantes, (18–20).

Y finalmente, en un artículo (23) de manera específica y en otro de manera complementaria a la escala Berg (22); se ha evaluado de manera cualitativa el equilibrio y el riesgo de caídas, en referencia a la autonomía y las actividades del día

a día, mediante un cuestionario denominado, Escala de Confianza en el Equilibrio para actividades específicas (escala ABC).

La escala ABC está constituida por 16 parámetros, que evalúan la confianza del individuo en su propio equilibrio. La puntuación obtenida puede variar de 0% (ninguna confianza) a 100% (total confianza) (Anexo 4).

- Velocidad de marcha

La velocidad de marcha, otro aspecto determinante e importante en esta patología se evaluó en todos los artículos, aunque de diversas maneras.

En primer lugar, cuatro artículos del total de los incluidos en esta revisión, (16,17,20,21), evaluaron esta variable mediante un análisis biomecánico, concretamente mediante el sistema GAITrite. Este dispositivo es un sistema portátil para el análisis de la marcha en tiempo real. El paciente únicamente tiene que caminar por un pasillo con una longitud cercana a los 9 metros y llena de sensores inerciales. En el preciso momento en el que el paciente realiza esta marcha, de manera inmediata y dinámica los valores se trasladan al ordenador.

Por otra parte, una prueba válida para valorar la velocidad de marcha es la prueba de 10 metros marcha. Concretamente fueron Barbuto *et al.* (18), Fonteyn *et al.* (22) y Barbuto *et al.* (19) quienes utilizaron este sistema de medida. Se le pide al paciente que ande en línea recta un tramo de 10 metros, delimitados con líneas, y se cronometra el tiempo que tarda en recorrerlo. Según el tiempo transcurrido, se realiza la ecuación distancia recorrida/tiempo y se determina este valor en m/s. La marcha en un adulto mayor ronda en torno a 1 m/s.

- Biomecánica de la marcha

En cuanto a la exploración del proceso de la marcha, en la mayor parte de los estudios, concretamente en seis (un 75% de los artículos de la muestra), se lleva a cabo un examen exhaustivo de los parámetros específicos de la marcha. En todos los

estudios se realiza mediante el sistema GAITrite y se extraen valores referentes a la longitud del paso, la anchura del paso o la cadencia. La importancia o interpretación de esta información viene determinada por la variación entre el momento previo y posterior del tratamiento.

- Independencia funcional y autonomía personal

El grado de independencia funcional o autonomía personal presentada y descrita en los sujetos de la intervención se midió mediante la escala de medida de independencia funcional (FIM). Fueron únicamente dos estudios, los pertenecientes a Miyai *et al.* (16) y Nardone *et al.* (17), quienes realizaron la evaluación de esta variable mediante esta escala.

Concretamente esta escala está construida a partir de 7 niveles de funcionalidad y consiste en 18 ítems dentro de 6 áreas de funcionamiento (cuidado personal, movilidad o comunicación, entre otras), cuya puntuación posible de conseguir oscila entre los 7 puntos como máximo, y 1 como mínimo. Según la cantidad de puntos obtenidos en total (18 será el mínimo y 126 el máximo), se otorgará un nivel de funcionalidad y autonomía en el sujeto. En el Anexo 5 se puede observar su contenido.

- Riesgo de caídas

El riesgo de caídas se evaluó de tres maneras distintas. En primer lugar, Miyai *et al.* (16) lo evaluó mediante un cuestionario en el cual los pacientes registraban el número de caídas que habían experimentado en un periodo reciente.

Por otra parte, dos artículos, (22,23), lo midieron mediante dos variables, tanto la escala ABC como con el test TUG. Este último consiste en una prueba en la que se le pide al paciente que se levante de la silla sin la ayuda de los brazos, ande hasta un cono dispuesto a los 3 metros, de la vuelta y vuelva a sentarse. Se evalúa el tiempo que tarda en realizarlo y, según este valor, le corresponde un riesgo bajo (<10 segundos), riesgo existente (10-20 segundos) o riesgo alto (>20 segundos).

Fueron dos artículos incluidos en la revisión, (18,19) quienes utilizaron exclusivamente el test de TUG para evaluar esta variable.

4. Resultados de las intervenciones

A continuación, se muestran y presentan los efectos de las intervenciones de los estudios que conforman la presente revisión, atendiendo a las principales variables de medida estudiadas. En este apartado se expresarán los valores finales o los cambios producidos en los resultados de las variables tras el tratamiento junto con su significación estadística.

- Equilibrio

3 estudios del total evaluaron el equilibrio mediante la escala Berg (BBS) y obtuvieron una serie de resultados. Fonteyn *et al.* (22) en primer lugar, mediante su estudio de intervención a un único grupo de sujetos observó progresos en el momento post intervención con respecto al estado basal previo. Hubo una mejora positiva de los resultados en la escala del equilibrio, pero, sin embargo, estos no resultaron significativos (pre: 50.9; post: 51.2 – $p>0.01$). Además, este autor también realizó la medición del equilibrio mediante la escala ABC y observó que los valores de este progresaron desde 45.5 hasta 47.7, tras las 5 semanas de intervención (e incluso los sujetos refirieron experimentar mayor confianza durante las actividades del día a día); pero que, sin embargo, no fueron suficientes para resultar significativos ($p>0.01$).

Por el contrario, Ilg *et al.* (21) observó una progresión en los valores de dicha medición tras las 4 semanas de intervención. En todos los pacientes del grupo sometido al programa de tratamiento se reflejó un aumento en la escala Berg, siendo este un principalmente significativo ($p=0.003$). Por otra parte, a largo plazo (concretamente un año después de finalizar el programa) los resultados fueron distintos, se redujeron las puntuaciones y en comparación, no resultaron significativos ($p=0.24$).

Finalmente Nardone *et al.* (17), quien comparó la eficacia del programa de entrenamiento combinado entre dos grupos, encontró los siguientes hallazgos. En la comparación pre-post, las mejoras en los valores de equilibrio en la escala Berg fueron significativas para ambos grupos ($p < 0.005$). Sin embargo, al realizar la comparación entre grupos, estos resultados no se observaron de igual manera, no se observaron diferencias significativas como resultado de la intervención.

Por otra parte, el equilibrio se valoró mediante la escala ABC. Por un lado, Keller *et al.* (23) tras aplicar un programa de equilibrio observó que, pese a que los resultados obtenidos en los momentos durante el tratamiento a nivel del seguimiento o en el post intervención (al finalizar el tratamiento, y un mes después de finalizarlo) fueron mayores en comparación con los del momento inicial o previo, las diferencias no resultaron significativas para el global de los sujetos ($p > 0.05$).

- Velocidad de marcha

Varios artículos mostraron los resultados mediante la prueba de 10 metros marcha. Barbuto *et al.* (18) comparó la incidencia del programa de equilibrio tanto entre los dos grupos de sujetos (intervención vs control), como el momento pre y post, y observó en la medición de la velocidad de marcha que las mejoras en comparación entre grupos resultaron significativas ($p = 0.002$). Por otra parte, en el grupo intervención los valores de velocidad progresaron al final de las 5 semanas con respecto al inicio en 15 puntos, lo que resulta positivo, aunque no significativo.

Barbuto *et al.* (19) analizó también la velocidad de marcha, pero en este caso en comparación de grupo aeróbico y grupo equilibrio, y observó que ambos grupos obtuvieron mejoras significativas en el momento post intervención. El grupo aeróbico mostró una desviación estándar de 0.35 y el grupo equilibrio, de 0.33. Para ambos, los resultados fueron significativos ($p < 0.05$). Sin embargo, la comparación entre grupos no resultó de igual manera, apenas se obtuvieron diferencias ($p = 0.28$).

Fonteyn *et al.* (22) analizó la incidencia de su programa de marcha en su grupo de sujetos y observó cambios en los valores de velocidad (la desviación estándar de los resultados progresó desde 0.6 hasta 0.8 tras la intervención), pero sin embargo, no resultaron significativos ($p > 0.01$).

La velocidad también fue evaluada mediante el sistema GAITrite. Ilg *et al.* (20) observó una progresión de estos resultados tras las 4 semanas de intervención. Encontró una mejora significativa importante en este valor de velocidad ($p = 0.04$) para todos los sujetos.

Ilg *et al.* (21) mostró progresiones en este valor de medición en dos momentos con una interpretación del valor p distinta en ambos casos. Por un lado, en el momento post intervención, los resultados sí que fueron significativos ($p = 0.007$), pero sin embargo 1 año después de la intervención esto no resultó significativo ($p > 0.05$).

Miyai *et al.* (16) utilizó múltiples evaluaciones para determinar la incidencia de su programa combinado. En primer lugar, la comparación del grupo control vs intervención, las mejoras fueron significativas ($p < 0.01$). Por otro lado, a largo plazo la medición de este valor siguió siendo significativo, obteniendo los siguientes valores: a las 4 semanas post ($p = 0.055$), a las 12 semanas post (0.057) y tras 24 semanas post ($p = 0.054$).

Finalmente, Nardone *et al.* (17) obtuvo como consecuencia de su método de intervención unas mejoras en el valor de velocidad de marcha significativas para ambos grupos ($p < 0.005$) pero no concluyentes o significantes entre grupos ($p = 0.05$).

- Biomecánica marcha

Varios artículos evaluaron este aspecto para observar variabilidad tras el tratamiento. Ilg *et al.* (20) observó que en el momento inmediato post intervención hubo cambios en los valores de largura del paso, donde fueron significativos ($p = 0.004$), pero que,

sin embargo, a largo plazo tras 8 semanas después de la intervención no lo resultaron ($p=0.13$).

Nardone *et al.* (17) obtuvo resultados referentes a la anchura del paso que determinaron unas mejoras en el valor de velocidad de marcha significativas entre grupos ($p<0.05$) pero no concluyentes o significantes post intervención ($p=0.32$).

Barbuto *et al.* (18) evaluó lo referente a la biomecánica de la marcha mediante el sistema DGI y observó diferencias significativas entre el grupo control e intervención ($p=0.06$), pero no tan elevadas, con una progresión de 1.5 puntos en el mismo, antes y después.

- Independencia y autonomía

Miyai *et al.* (16) utilizó varias evaluaciones para obtener estos resultados. En primer lugar, la comparación del grupo control vs intervención, las mejoras fueron significativas tanto a corto como a largo plazo ($p<0.01$).

Nardone *et al.* (17) valoró mediante la escala FIM el grado de independencia y, observó que existían mejoras significativas en el momento post intervención del grupo vascular ($p<0.005$), pero no en el de afectación degenerativa.

- Riesgo de caídas

Miyai *et al.* (16) utilizó un cuestionario para evaluar el riesgo de caídas y observó en primer lugar, la comparación del grupo control vs intervención, las mejoras fueron significativas ($p<0.1$). Por otro lado, a largo plazo la medición de este valor siguió siendo significativo ($p<0.005$) pese al aumento del valor de las caídas conforme aumentaban las semanas post intervención.

Keller *et al.* (23) realizó la evaluación mediante la variable TUG. Observó variaciones significativas tras la intervención con respecto al inicio ($p<0.05$). Sin embargo, tras el mes post intervención, los resultados no determinaron mejoras significativas ($p>0.05$).

Fonteyn *et al.* (22) analizó mediante la variable del TUG y, pese a observar mejoras en el momento post intervención (con una desviación estándar de 0.8), los resultados en el cómputo global no mostraron ser significativas con respecto al momento pre ($p>0.01$).

Barbuto *et al.* (18) analizó y observó los siguientes resultados. Entre los dos grupos de sujetos (intervención vs control), mejoras en comparación entre grupos resultaron significativas ($p=0.007$).

Barbuto *et al.* (19) analizó también el riesgo de caídas y observó que ambos grupos obtuvieron mejoras significativas en el momento post intervención. El grupo aeróbico mostró una desviación estándar de 7.4 y el grupo equilibrio, de 6.5. Para ambos, los resultados fueron significativos ($p<0.05$). Sin embargo, la comparación entre grupos no resultó de igual manera, apenas se obtuvieron diferencias ($p=0.22$).

A continuación, se adjunta el resumen de los resultados obtenidos en los ocho artículos de la revisión sistemática (Tabla 4):

Tabla 4: Características y resultados obtenidos en los artículos incluidos en la revisión. Fuente: elaboración propia. Variable *: ($p < 0.05$).

Autor (Año) (Referencia)	Grupos de intervención	Características de los pacientes	Duración programa + Evaluación	Protocolo de intervención	Variables medidas	Resultados	Conclusiones
Ilg et al. (2009) (20)	G1 intervención: 16 pacientes ataxia cerebelosa degenerativa	Edad: 40-70 años Sexo: 8 mujeres y 8 hombres. No deterioro cognitivo ni alteraciones neurológicas adicionales. Capaces de andar solos 10 metros o con ayuda de una persona.	<u>Duración:</u> 4 semanas. 3 sesiones/semana Ejercicio domiciliario post-intervención: 8 semanas más. <u>Evaluación:</u> ○ Pre-post intervención. ○ 8 semanas antes del programa, justo antes, justo después, 8 semanas post intervención.	<u>Grupo 1:</u> Ejercicios de coordinación durante 1 hora. 5 categorías: ○ equilibrio estático a una pierna ○ subir y bajar escaleras ○ movimientos coordinación tronco y miembros ○ escalones para ver estrategias de prevención de caídas ○ movimientos para evitar las contracturas.	SARA <u>Marcha:</u> Velocidad, largura del paso, y anchura del paso. <u>Equilibrio:</u> balanceo o desviación lateral.	Aumento de la velocidad de la marcha y longitud de paso post intervención, mantenido a largo plazo. Mejora en valores de balanceo lateral (disminución), que conlleva una mejora en el equilibrio dinámico de la marcha.	El entrenamiento domiciliario ha mostrado efectos a largo plazo en equilibrio y marcha. Quienes no realizaron este entrenamiento experimentaron la vuelta de valores basales.
Ilg et al. (2010) (21)	G1 intervención: 14 pacientes con afectación cerebelosa.	Edad: 40-80 años Sexo: 6 mujeres y 8 hombres. No deterioro cognitivo ni alteraciones neurológicas adicionales.	<u>Duración:</u> 4 semanas. 3 sesiones/semana Petición que durante un año después realicen unos ejercicios domiciliarios individualizados, 1 hora al día.	<u>Grupo 1:</u> Entrenamiento intensivo de coordinación durante 1 hora. 5 categorías: ○ equilibrio estático a una pierna ○ subir y bajar escaleras	SARA <u>Marcha:</u> Velocidad, largura del paso, y anchura del paso. <u>Equilibrio:</u> Berg (BBS)	Aumento de la velocidad de marcha y Berg* tras finalizar el programa, que se atenuaron tras el año de ejercicios domiciliarios.	Los efectos conseguidos volvieron al estado basal pasado el año. Sin ejercicio de mantenimiento no se mantienen las mejoras. Sin embargo, a nivel funcional, se destaca el aumento

Abreviaturas: **G:** Grupo. **SARA:** Scale for the Assessment and Rating of Ataxia. **BBS:** Berg Scale.

Tabla 4: Características y resultados obtenidos en los artículos incluidos en la revisión. Fuente: elaboración propia. Variable *: ($p < 0.05$). (Continuación)

		Capaces de andar solos 10 metros o con ayuda de una persona.	<u>Evaluación:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Pre-post intervención ○ 1 año después del fin del programa. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ movimientos coordinación tronco y miembros ○ escalones para ver estrategias de prevención de caídas ○ movimientos para evitar las contracturas. 			importante de los individuos en las actividades de su vida diaria.
Miyai et al. (2012) (16)	<p>G0 control: 21 pacientes SCA/ICA</p> <p>G1 intervención: 21 pacientes SCA/ICA</p>	<p>Edad: 40-80 años.</p> <p>Sexo: 20 mujeres y 22 hombres.</p> <p>No deterioro cognitivo ni alteraciones neurológicas adicionales.</p> <p>Capaces de andar solos 10 metros o con ayuda de una persona.</p>	<p><u>Duración:</u> 4 semanas.</p> <p>5 sesiones/semana</p> <p>1 sesión/finde</p> <p>Ejercicio domiciliario post- intervención: 20-40 min/semana durante 24 semanas.</p> <p><u>Evaluación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ G1 vs G0 ○ 4,12,24 semanas post-intervención 	<p><u>Grupo 1:</u></p> <p>1h fisio + 1h TO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ejercicios ROM tronco y extremidades ○ Fuerza ○ Equilibrio distintas posturas ○ Marcha + escaleras <p><u>Grupo 0:</u></p> <p>4 semanas más tarde comienzan el ejercicio</p>	<p>SARA</p> <p><u>Independencia:</u></p> <p>FIM</p> <p><u>Marcha:</u></p> <p>Velocidad y cadencia.</p> <p>Nº caídas</p>	<p>A corto plazo, en el grupo intervención se observó una mejora en SARA*, FIM* y el número de caídas*. También se mostró una mejora en la velocidad de la marcha* en comparación con el grupo de control.</p> <p>A largo plazo, solo valores de SARA y la velocidad de la marcha se mantuvieron durante 12 semanas y 24 semanas, respectivamente. El resto, a partir de las 8 semanas, disminuyeron.</p>	<p>4 semanas de rehabilitación intensiva mejora la ataxia, las AVD y la marcha.</p> <p>Se necesita mantenimiento del ejercicio para que las mejoras se retengan.</p>

Abreviaturas: **G:** Grupo. **SCA:** Spinocerebellar Ataxia. **SARA:** Scale for the Assessment and Rating of Ataxia. **FIM:** Independencia Funcional. **AVD:** Actividades de la vida diaria.

Tabla 4: Características y resultados obtenidos en los artículos incluidos en la revisión. Fuente: elaboración propia. Variable *: ($p < 0.05$). (Continuación)

<p>Nardone et al. (2014) (17)</p>	<p>G1 intervención: 13 pacientes con afectación cerebelosa degenerativa.</p> <p>G2 intervención: 14 pacientes con afectación cerebelosa vascular.</p>	<p>Edad: 40-80 años</p> <p>Sexo: 9 mujeres y 18 hombres.</p> <p>No deterioro cognitivo ni alteraciones neurológicas adicionales.</p> <p>Capaces de andar solos 10 metros o con ayuda de una persona.</p>	<p><u>Duración:</u> 3 semanas. 5 sesiones/semana</p> <p><u>Evaluación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ G1 vs G2 ○ Pre-post intervención 	<p><u>Grupo 1 y 2:</u> Programa de ejercicio físico durante 90 minutos/día.</p> <p>4 categorías de ejercicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Equilibrio estático ○ Control dinámico ○ Marcha ○ Flexibilidad y fuerza 	<p><u>Marcha:</u> Velocidad, largura y anchura del paso, cadencia.</p> <p><u>Independencia:</u> FIM (capacidad funcional)</p> <p><u>Equilibrio:</u> Berg (BBS)</p>	<p>Se mostraron mejoras en Berg* en el momento post-intervención; aunque no entre grupos.</p> <p>Hubo mejoras en los parámetros de la marcha (cadencia, largura y anchura del paso y velocidad) tras el programa.</p> <p>En la escala FIM, se observaron mejoras, pero a largo plazo.</p>	<p>El ejercicio físico 3 semanas ha mejorado en los parámetros de la marcha.</p> <p>Para que estos progresos sean mantenidos, se requiere una mayor duración en el programa de ejercicio.</p>
<p>Fonteyn et al. (2014) (22)</p>	<p>G1 intervención: 10 pacientes ataxia cerebelosa degenerativa</p>	<p>Edad: 60-70 años.</p> <p>Sexo: 10 hombres.</p> <p>No deterioro cognitivo, visual ni alteraciones neurológicas adicionales.</p>	<p><u>Duración:</u> 5 semanas. 2 sesiones/semana</p> <p><u>Evaluación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Pre-post intervención 	<p><u>Grupo 1:</u> 10 sesiones de 1 hora. 6 bloques de ejercicios de marcha, aumentando el nivel o la intensidad.</p>	<p><u>Marcha:</u> prueba de 10 m de marcha.</p> <p><u>Riesgo de caídas:</u> TUG.</p> <p><u>Equilibrio:</u> Berg (BBS). Nivel de confianza en el equilibrio: escala de equilibrio específica para actividades (ABC)</p>	<p>Aumento del 94.8% de éxito en tareas de evitación de obstáculos en la cinta de correr tras el programa.</p> <p>Los valores de marcha y Berg fueron positivos post intervención.</p>	<p>Se produjeron mejoras en el equilibrio, traducidas en experimentar más confianza en situaciones de la vida cotidiana y declararon menos caídas.</p>

Abreviaturas: **G:** Grupo. **FIM:** Independencia Funcional. **BBS:** Berg Scale. **TUG:** Time Up and Go. **ABC:** Escala de Confianza en el Equilibrio para Actividades Específicas.

Tabla 4: Características y resultados obtenidos en los artículos incluidos en la revisión. Fuente: elaboración propia. Variable *: ($p < 0.05$). (Continuación)

Keller et al. (2014) (23)	G1 intervención: 14 pacientes con ataxia cerebelosa	Edad: 30-80 años Sexo: 7 mujeres y 7 hombres. No deterioro cognitivo ni alteraciones neurológicas adicionales. Capaces de andar solos 10 metros o con ayuda de una persona.	<u>Duración:</u> 6 semanas. 5 sesiones/semana. <u>Evaluación:</u> ○ Pre-post intervención. ○ 2 veces antes del programa, 1 en la semana 5 de programa, 1 después y otra, 1 mes post intervención.	<u>Grupo 1:</u> Programa domiciliario de ejercicios de equilibrio estático y dinámico (marcha) durante 35 minutos: ○ En posición sentada y de pie. ○ En superficie estable, superficie dinámica, de pie o tocando el suelo	<u>Marcha:</u> Índice de Marcha Dinámica (DGI), Prueba de Alcance Funcional (FR) <u>Riesgo de caídas:</u> TUG. <u>Equilibrio:</u> Escala de Confianza en el Equilibrio para Actividades Específicas (ABC)	Se produjeron mejoras en TUG* y DGI*, a través de las visitas (post 6 semanas). Todos los valores menos TUG se mantuvieron después del mes.	Trabajar el equilibrio y la velocidad de la marcha genera mejores resultados que aumentar la frecuencia del ejercicio. El entrenamiento continuado y la progresión del programa pueden ser necesarios para ver una retención óptima de los resultados.
Barbuto et al. (2020) (18)	G0 control: 10 pacientes SCA G1 intervención: 10 pacientes SCA	Edad media 50 años. Sexo: 7 mujeres y 13 hombres. Escala SARA: 9.6 puntos. No deterioro cognitivo ni alteraciones neurológicas adicionales.	<u>Duración:</u> 4 semanas. 5 sesiones/semana <u>Evaluación:</u> ○ G1 vs G0 ○ Pre vs. post	<u>Grupo 1:</u> Calentamiento: 5 minutos. Bicicleta estática: ○ 30 minutos sesión Intensidad: 65% - 80% FC máxima. Aumenta 5% cada semana. Última semana: 80% FC máx <u>Grupo 0:</u> Actividad física habitual. 4 semanas después realizan entrenamiento (no	<u>Marcha:</u> 10 metros marcha. Longitud y anchura de pasos. <u>Riesgo de caídas:</u> TUG <u>Equilibrio:</u> Estático: balanceo postural con sensores. Dinámico: DGI	Mejoras en SARA*, velocidad de la marcha*, TUG* y el Índice de Marcha Dinámica* después del entrenamiento aeróbico con grandes tamaños de efecto en comparación con los cambios observados en el grupo de control.	El ejercicio aeróbico intenso genera adherencia alta. La mayoría de los ejercicios requieren un mínimo de 8 semanas para causar efectos fisiológicos.

Abreviaturas: **G:** Grupo. **DGI:** Índice de Marcha Dinámica. **FR:** Prueba de Alcance funcional. **TUG:** Time Up and Go. **ABC:** Escala de Confianza en el Equilibrio para Actividades Específicas. **SARA:** Scale for the Assessment and Rating of Ataxia.

Tabla 4: Características y resultados obtenidos en los artículos incluidos en la revisión. Fuente: elaboración propia. Variable *: ($p < 0.05$). (Continuación)

				se incluyen en estudio los datos)			
Barbuto et al. (2021) (19)	<p>G1 aeróbico: 10 pacientes con ataxia cerebelosa degenerativa</p> <p>G2 equilibrio: 10 pacientes con ataxia cerebelosa degenerativa</p>	<p>Edad 20-70 años</p> <p>Sexo: 7 mujeres y 13 hombres.</p> <p>No deterioro cognitivo ni alteraciones neurológicas adicionales.</p> <p>Capaces de andar solos 10 metros o con ayuda de una persona.</p>	<p><u>Duración:</u> 4 semanas. 5 sesiones/ semana</p> <p><u>Evaluación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ G1 vs G2 ○ G1: pre-intervención, después intervención, 3 meses post. ○ G2: 2 evaluaciones pre con 4 semanas diferencia. Realizan entrenamiento y 3 evaluaciones igual que G1. <p>Recomendación de ejercicio domiciliario continuado.</p>	<p><u>Grupo 1:</u> Calentamiento: 5 minutos. Bicicleta estática: ○ 30 minutos sesión</p> <p>Intensidad: 65% - 80% FC máxima. Aumenta 5% cada semana. Última semana: 80% FC máx.</p> <p><u>Grupo 2:</u> Después de 4 semanas de no entrenamiento: ○ 30 minutos sesión ○ 6 ejercicios equilibrio variados, 5 minutos cada uno. Los ejercicios podían ser sentados en superficie firme, inestable, de pie o subidos a un sitio. Debían progresar en dificultad.</p>	<p><u>Marcha:</u> 10 metros marcha.</p> <p><u>Riesgo de caídas:</u> TUG.</p> <p><u>Equilibrio:</u> Estático: balanceo postural con sensores. Dinámico: DGI</p> <p>SARA</p>	<p>Tanto el entrenamiento de equilibrio como el aeróbico mostraron mejoras en TUG*, DGI*, velocidad de la marcha* y SARA*.</p>	<p>El entrenamiento aeróbico puede ser más beneficioso para estos pacientes que el entrenamiento de equilibrio.</p> <p>Las mejoras en la marcha y el equilibrio fueron similares entre los grupos.</p> <p>Si se interrumpe el entrenamiento del programa, todos los parámetros tienden a volver a la línea de base.</p>

Abreviaturas: **G:** Grupo. **TUG:** Time Up and Go. **DGI:** Índice de Marcha Dinámica. **SARA:** Scale for the Assessment and Rating of Ataxia.

5. DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los objetivos establecidos en la fase inicial de esta revisión, se lleva a cabo la discusión de estos mediante el análisis interpretativo de las variables que determinamos como el eje principal de la patología y de nuestro estudio: el equilibrio y la marcha y, en su consecuencia, la calidad de vida del sujeto.

Como ya se ha comentado anteriormente, uno de los principales aspectos básicos para una correcta deambulación y, con ello, para establecer una interacción social es el equilibrio. Se podría establecer un sistema trifactorial interdependiente entre sí como base de la patología y a su vez, como piedra angular del tratamiento (Figura 5).

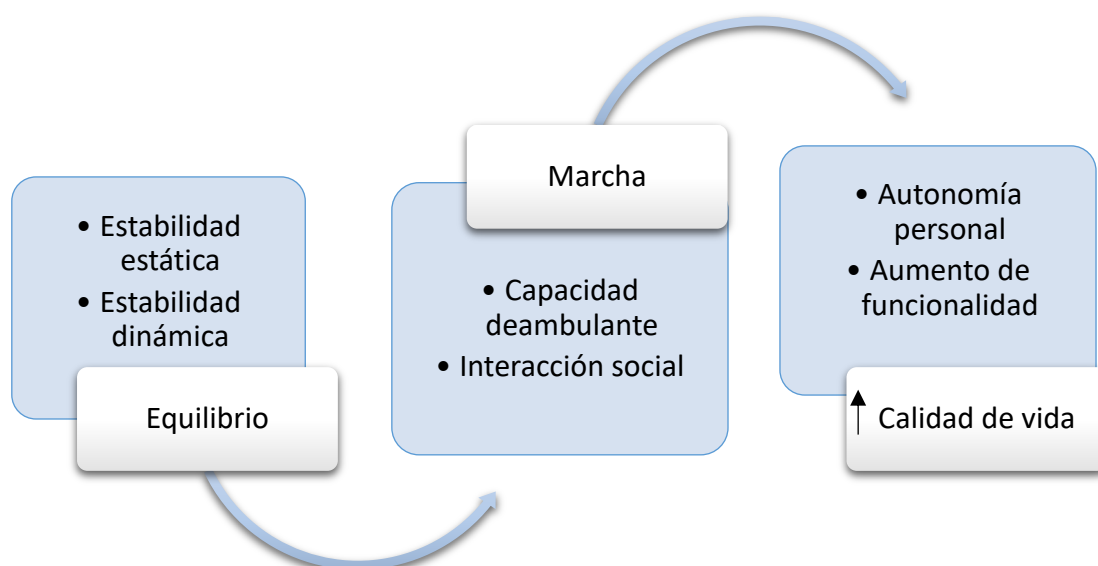


Figura 5: Sistema trifactorial del abordaje de la marcha atáxica. Fuente: elaboración propia.

Tener un equilibrio adecuado permite a cualquier individuo tanto realizar actividades instrumentales en su vida como, por otro lado, evitar el riesgo de caídas; generando así un aumento de probabilidades para aspirar a un nivel de vida óptimo. Esta importancia y la repercusión que este genera en el día a día de los sujetos se ve reflejada de alguna manera en los artículos de la revisión.

En cuanto al primer bloque o paso del proceso, **el equilibrio**, en este trabajo se han incluido varios artículos que abordan esta variable a nivel de tratamiento, desde una

manera más específica como Keller *et al.* (23) cuyo programa se centraba únicamente en realizar ejercicios de equilibrio o Ilg *et al.* (21), centrado en ejercicios puros de marcha; o de manera global y combinada, como Nardone *et al.* (17). El tipo de entrenamiento que aparentemente se podría imaginar como el que mejor resultados podría desencadenar en cuanto al equilibrio, el de Keller *et al.* (23), no lo ha conseguido. Ha sido el basado en la marcha, el de Ilg *et al.* (21), el que lo ha conseguido. Esto puede indicar varios apuntes: en primer lugar, que, para el equilibrio, puede estar más indicado el abordaje desde un punto de vista más global o reflejado en una tarea motora más general. Y que, por otro lado, teniendo en cuenta el déficit que presentan los sujetos, utilizando ejercicios que eviten el enfoque directo en la tarea de equilibrarse y, así, evitando la aparición de preocupación o frustración, se pueden observar mejores resultados. El enfoque de globalidad y foco atencional externo han podido ser clave en esto.

Sin embargo, se observa que Nardone *et al.* (17), con su programa combinado también genera progresos, aunque no sean tan grandes. La diferencia con respecto a Ilg *et al.* (21) que podría ser determinante en esto es la duración del programa y la carga de entrenamiento. 3 semanas de programa podrían resultar un estímulo insuficiente como para generar cierta adaptación neuromuscular; a diferencia de las 4 semanas que establece Ilg *et al.* (21), junto con la recomendación de continuar con ello tras finalizar el programa. En este caso, al igual que este autor, Barbuto *et al.* (19) también aborda la duración idónea de la intervención, afirmando que para que se generen adaptaciones neuromusculares y fisiológicas (y que así se mantengan los valores positivos), se requieren intervenciones y aplicaciones de estímulos de unas 6-8 semanas. En este aspecto interviene también el factor adherencia.

Además, también forma parte de este bloque el valor del **riesgo de caídas**. Se conoce en varios artículos (16,18,19,22,23) incluidos en la revisión que, la medición de una prueba como es el Time Up and Go, es válida e importante a la hora de sacar conclusiones con respecto al riesgo de caídas que puede existir en el sujeto. El objetivo encontrado por la mayor parte de los estudios, excepto el que utiliza el EM

(Fonteyn *et al.* (22)), es una reducción del tiempo del test, lo que genera un menor riesgo. Los programas de equilibrio de Keller *et al.* (23) o Barbuto *et al.* (19) obtienen conclusiones positivas pero es principalmente el entrenamiento combinado y global de Miyai *et al.* (16), el que lo consigue sobre todo a largo plazo. El riesgo de caídas es una variable que compromete el equilibrio y la marcha por lo que este enfoque bidimensional, a diferencia del resto de artículos, hace posible su consecución mantenida, por lo que sería el más indicado.

Al igual que se hablaba del equilibrio, se aborda el segundo bloque del proceso; la manifestación dinámica mediante **la marcha** o también llamada **capacidad de deambulación**.

En este caso, en esta revisión se evalúa este aspecto desde un punto de vista tridimensional; dos de ellos más cuantitativos (velocidad y biomecánica de la misma) y el otro, más cualitativo (independencia funcional).

Nardone *et al.* (17) confirma que las mejoras observadas en la marcha se deban por la mejora del equilibrio (concretamente en la estabilidad dinámica); pero, sin embargo, centrándonos en el tipo de entrenamiento, ¿cuál sería el más indicado?. Seis (16–19,21,22) de los ocho artículos llevan a cabo este abordaje, como se puede observar en la tabla. En este caso, los 6 artículos agrupados en parejas ofrecen un programa distinto, lo que permite realizar una comparación entre los tres. De las parejas, se obtienen como referencia uno para cada programa, Miyai *et al.* (16), como representación del EC; Barbuto *et al.* (19), del de equilibrio; e Ilg *et al.* (21), con respecto a la marcha.

En primer lugar, se observa que cualquier tipo de actividad o entrenamiento basado en el movimiento puede ofrecer beneficios y buenos resultados (todos los programas han generado mejoras). Sin embargo, a la hora de obtener el tipo de intervención más específico para ello, se observa lo siguiente. El programa de Ilg *et al.* (21) refleja que los valores aumentaron tras la intervención, pero en poco tiempo volvieron a su estado basal pre-entrenamiento y Barbuto *et al.* (19) ofrecía la misma idea (la

interrupción del entrenamiento generaba una vuelta de los parámetros hasta la línea de base). Por el contrario, esta carencia observada en estos primeros artículos no la ofrece Miyai *et al.* (16). El factor determinante de esto ha sido que, además de emplear un programa más global (combinado de equilibrio y marcha), la aplicación de un programa domiciliario de mantenimiento post intervención es, probablemente, lo que ha generado la retención de los beneficios generados. No solo las correctas dosis de carga y frecuencia de entrenamiento que ofrece (6 sesiones por semana durante 4 semanas, a diferencia de las 3 sesiones por semana de Ilg *et al.* (21)), sino el ejercicio posterior a este periodo (40 minutos por semana durante 24 semanas con respecto a la ausencia del mismo en los otros artículos), son con altas probabilidades las causas de tal beneficio, impulsado por la adherencia que genera el programa (concretamente el aeróbico genera altos niveles de esta). Y esta mejora de resultados se refleja de manera específica en variables de velocidad de marcha, o en otras más generales como la independencia funcional y autonomía (FIM).

Finalmente, este aspecto va de la mano y confluye en la calidad de vida, bloque final del proceso. Se ha observado que el aumento de la calidad de vida en este tipo de pacientes va a estar determinado por la capacidad funcional máxima a conseguir de manera independiente y, a su vez, por la confianza del paciente en sí mismo. Es decir, pese a la ausencia de un cuestionario específico sobre la calidad de vida, los valores de la escala ABC han permitido a Keller *et al.* (23) confirmar que, el aumento del equilibrio generaba en el propio sujeto una mayor confianza en sí mismos, mayor sensación de control e independencia a la hora de realizar sus AVD; y, por tanto, una mayor calidad de vida.

De igual manera, tanto Ilg *et al.* (21) como Fonteyn *et al.* (22) reflejan que al finalizar el programa los sujetos dictaminaron que, el aumento del equilibrio que habían experimentado les había permitido realizar más actividades en su día a día, sentirse y ser más funcionales y; en conclusión, aumentar la confianza en ellos mismos y optar por una mayor calidad de vida.

Limitaciones del estudio:

A pesar de ser una afectación motora derivada de una patología cuyo origen puede ser diverso y su incidencia y prevalencia también varía no siendo muy comunes en la población; en la actualidad se observan muchos campos de investigación abiertos en referencia a la técnica de tratamiento más eficaz; teniendo en cuenta también de que se trata de una afectación crónica y que sus disfunciones son muy limitantes en el día a día (8).

A pesar de esto, existen múltiples limitaciones que nos hemos encontrado en el abordaje de la revisión y que son importantes de detallar.

En primer lugar y con respecto a la bibliografía científica, al realizar la búsqueda se observaron ciertas limitaciones con respecto a la escasa cantidad de estudios de calidad presentes, en cuanto al tratamiento basado en la actividad física se refiere, lo que ha generado que la cantidad de estudios incluidos en esta revisión no haya sido muy amplia. Muchos de los estudios introducidos en las primeras fases de la búsqueda se limitaban a explicar la enfermedad en sí, o utilizaban técnicas farmacológicas, médicas o invasivas; lo que obligó a su eliminación.

Además, en esta búsqueda la limitación establecida con respecto a las características de los pacientes (solo afectación de síntomas motores no afectaciones sensitivas) ha provocado el descarte de numerosos artículos.

Por otro lado, con relación a lo anteriormente comentado, la metodología de dichos estudios incluidos mostraba ciertos déficits considerados importantes. El número de sujetos utilizados como muestra eran relativamente escasos y, a su vez, la ausencia en varias ocasiones de un grupo control dentro del estudio reducía la validez interna del mismo, generando unos valores de calidad insuficientes como con respecto a las exigencias mínimas para introducirlos en la revisión (eliminación en el diagrama de flujo).

Claudia Úriz Suescun

Asimismo, el grado de afectación o progresión de la enfermedad va a ser determinante en el efecto del tratamiento (en esta revisión se han escogido artículos con sujetos estables neurológicamente).

Además de esto, en varios artículos, y teniendo en cuenta que se trata del abordaje de una patología neurológica y un tratamiento de actividad física, la ausencia de cegamiento del sujeto, terapeuta o analista debilitaba esta calidad metodológica (representado en la Tabla 2 con la ausencia de los criterios 5,6,7); e incluso obligó a la eliminación de ciertos artículos al inicio en la realización del diagrama de flujo.

Por otra parte, en algunas ocasiones los protocolos de entrenamiento que ofrecían los estudios muestran una escasa descripción llevando al lector a la interpretación incompleta del método de tratamiento.

Así mismo, la falta de utilización de una variable de medida relacionada con la fuerza muscular se considera importante, ya que puede resultar un sesgo en los resultados y ser la consecuencia de que la progresión de estos apenas perdure y se limite a ser consecuencia de adaptaciones neurales y no fisiológicas o musculares.

Una vez comentado esto, se podría observar que el tratamiento podría ofrecer otros resultados si la duración y la periodización es mayor, además de la aplicación de una actividad de mantenimiento tras el programa. Estos aspectos, incidentes en términos de plasticidad o reaprendizaje cerebral, pueden haber actuado como factores de sesgo o influencia en los resultados observados en la revisión.

6. CONCLUSIONES

1. No hay un volumen suficiente de artículos de calidad para generar un nivel óptimo de evidencia, pero hay suficientes estudios que permiten conocer el efecto de los tratamientos aplicados.
2. La fisioterapia, aplicada mediante el entrenamiento basado en el equilibrio y la marcha, resulta eficaz en términos de control postural y capacidad deambulatoria en estos pacientes, al obtener ciertas mejoras en los resultados, aunque se observan ciertas limitaciones. Estos resultados positivos se traducen en la mejora en la realización de las actividades diarias individuales de los sujetos.
3. La repetición y la aplicación continua de los estímulos influye sobre el mecanismo de neuroplasticidad cerebral, causante de los beneficios.
4. Considerándose equilibrio-marcha como relación de causa-efecto, el trabajo de equilibrio genera beneficios directos en la marcha.
5. Hay una falta en las pautas de dosificación en cuanto a intensidades y cargas de entrenamiento, lo que supone a ser la causa de que no exista un mantenimiento de los beneficios a largo plazo y la vuelta a su estado basal tras la finalización del mismo. Este escaso tiempo de intervención genera únicamente adaptaciones neurales de familiarización y repetición.
6. La duración del programa menor de 6-8 semanas y su carga de estímulos correspondiente son insuficientes para desencadenar adaptaciones fisiológicas o neuromusculares mantenidas que promuevan el proceso de neuroplasticidad cerebral y reaprendizaje motor. 4 semanas es la duración mínima para observar ciertos resultados.
7. Se refleja que, tras el programa de intervención y siendo una lesión neurodegenerativa, es crucial para la retención de los efectos obtenidos, la aplicación de un programa domiciliario continuo de entrenamiento.
8. No se observan cambios en la calidad de vida de los pacientes tras el programa, por la ausencia de medición de esta, pero se puede deducir que ha existido una mejora, por el aumento de la funcionalidad en las AVD.

7. PROPUESTA DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN (ECA)

1. Introducción/justificación

Con relación al análisis de la revisión realizada, se observa que los pacientes con esta afectación motora presentan problemas en el equilibrio que les conduce a un mayor riesgo de caídas, manifestado en la amplia cantidad de limitaciones que presentan a la hora de llevar a cabo las tareas del día a día e interaccionar con la sociedad; todo ello desencadenado por la falta de control postural y motor y la reducción del tono muscular.

Asimismo, teniendo en cuenta de que se trata de una enfermedad crónica sin cura hasta el momento, el tratamiento aplicado no solo genera un impacto en el sistema sanitario (elevados costes), sino también a nivel social en el entorno del individuo afectado. Esto hace importante la investigación de un tratamiento físico en el que intervenga el paciente y que tenga como objetivo que tanto él mismo como su entorno alcancen la máxima calidad de vida posible.

La mayor parte de los estudios analizados en la revisión han demostrado que el ejercicio físico es un tipo de intervención que ofrece beneficios y buenos resultados en valores de equilibrio y marcha en este tipo de pacientes atáxicos. Concretamente, existen varios estudios (16,18,21–23) que proponen intervenciones basadas en entrenamientos de marcha y equilibrio (de manera aislada o combinada). Estos consiguen mejoras en resultados como un aumento del equilibrio, la velocidad de la marcha o incluso una disminución del riesgo de caídas, que en su totalidad se traduce como una mayor funcionalidad y una mejora en la calidad de vida de los pacientes.

Sin embargo, dichos progresos apenas tienen magnitud y no perduran en el tiempo. Se establece como posible hipótesis, que esto haya sido producido por el escaso tiempo de intervención o incluso la falta de incidencia de este tipo de entrenamiento sobre aspectos neuromusculares y morfológicos del organismo.

Claudia Úriz Suescun

Esta hipótesis se fundamenta en estudios anteriores que demuestran cómo programas basados en entrenamientos de fuerza muscular, a diferencia de los anteriores mencionados, sí que lo consiguen. Concretamente varios estudios (24–27) han demostrado mejoras grandes en aspectos de marcha, equilibrio y riesgo de caídas mantenidos en el tiempo en pacientes con Parkinson o ancianos.

Además, se demuestra con clara evidencia que el entrenamiento de fuerza muscular refleja efectos y mejoras en aspectos neuromusculares y morfológicos en pacientes ancianos, reduciendo así la incidencia de estos en el riesgo de caídas (24). La capacidad y potencialidad de este tipo de entrenamientos en la estimulación de circuitos neuronales y procesos de neuroplasticidad en pacientes con Parkinson, pueden ser la principal causa de las mejoras observadas en el aprendizaje motor (25).

Así pues, en primer lugar, teniendo en cuenta los efectos positivos generados por el ejercicio y el entrenamiento de equilibrio y marcha en los pacientes con marcha atáxica; y, en segundo lugar, viendo la magnitud (en cantidad y en el tiempo) de los beneficios causados por el entrenamiento de fuerza muscular en aspectos de equilibrio, marcha y riesgo de caídas en pacientes con Parkinson y ancianos; se propone realizar un estudio de este último tipo de entrenamiento en pacientes con marcha atáxica.

Se realizará un estudio experimental controlado, aleatorizado y doble ciego, con dos grupos de intervención. Uno de ellos será el grupo control (se limitará a realizar entrenamiento de equilibrio y marcha) y el otro, el grupo intervención (realizará lo anterior junto con entrenamiento de fuerza). Con relación a lo anteriormente mencionado, se realizarán varias evaluaciones teniendo como objetivo encontrar un mantenimiento de dichos efectos a largo plazo.

2. Hipótesis de estudio

- Un programa de entrenamiento de fuerza muscular añadido al que ya se realiza de equilibrio y marcha para estos pacientes, provocará mayores mejoras en equilibrio, marcha, riesgo de caídas y calidad de vida.
- Un programa caracterizado por la adición del trabajo de fuerza muscular al que ya se realiza (equilibrio y marcha) va a provocar un mayor mantenimiento de los efectos en el tiempo, en aspectos de equilibrio, marcha, riesgo de caídas y la calidad de vida en pacientes atáxicos.

3. Objetivos del estudio

Generales:

- Determinar la magnitud del efecto de un entrenamiento de fuerza muscular junto con un trabajo de equilibrio y marcha, en pacientes con ataxia en términos de marcha, equilibrio, riesgo de caídas y calidad de vida.
- Examinar si los efectos provocados por la adición del programa de fuerza muscular se mantienen 12 semanas vista post-intervención en aspectos de marcha, equilibrio, riesgo de caídas y calidad de vida del paciente con ataxia.

Específicos:

- Registrar los grados de fuerza y equilibrio de estos pacientes y estimar la posible relación o incidencia de estos en valores de marcha y riesgo de caídas.
- Examinar el impacto del entrenamiento de fuerza en la calidad de vida de estos pacientes, de manera inmediata y prolongada en el tiempo.

4. Metodología

a) Criterios de selección

Los sujetos incluidos en el proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Criterios de inclusión

- Diagnóstico de SCA o diagnóstico de atrofia cerebelosa mediante resonancia magnética (RM).
- Problemas motores relacionados con la marcha.
- Ataxia leve en el examen clínico (en Escala SARA >3).
- Neurológicamente estables.
- Edad 30-70 años.
- Capacidad de mantenerse en pie, subir y bajar escaleras y levantarse y sentarse de una silla.
- Capacidad deambulante sin ayuda material, o en el caso de que sea necesario, que este material sea un bastón o andador.

- Criterios de exclusión

- Edad <30 años y >70 años.
- Historia de ictus o problema vascular cerebral.
- Patología neuromuscular adicional.
- Ataxia aferente (sensitiva).
- Otras alteraciones neurológicas.
- Problemas cognitivos o visuales.
- Inestables a nivel de medicación.
- Incapacidad para realizar ejercicio.
- Incapacidad para mantener una posición estable de pie.
- Incapacidad deambulante y necesidad de silla motorizada para el desplazamiento.

b) Diseño del estudio

Se realizará un estudio de intervención tipo Ensayo Clínico Aleatorizado (ECA) de **3 meses** de duración (12 semanas). Durante esas 12 semanas de duración, se implantará el protocolo de entrenamiento novedoso.

El estudio se realizará en el Hospital Casaverde de Madrid (Navalcarnero), destinado a rehabilitaciones de patologías neurológicas, donde se dispone de instalaciones y maquinaria de gimnasio aptas para llevar a cabo este estudio. La implementación del programa estará a cargo de un equipo de fisioterapeutas.

Serán un total de 110 pacientes los participantes del programa (posteriormente se justifica el tamaño muestral). Para la selección de la muestra se optará por la derivación de estos desde el departamento de Neurología de la Comunidad de Madrid y los distintos hospitales que presenten pacientes con características aptas para la participación. Previamente a esto, el proyecto será presentado frente a un comité de ética para ser aprobado y, así, llevado a cabo.

Tras la citación de los sujetos, estos serán informados del programa y firmarán el consentimiento informado (Anexo 8), cumpliendo con la regulación del derecho a la protección de la salud recogido por la Ley General de Sanidad (14/1986 de 25 de abril) y regulada por la Ley 41/2002 de 14 de noviembre. Además, el consentimiento cumplirá con la Ley Orgánica 15/1999 de 5 de diciembre de Protección de Datos (LOPD) y su Reglamento de desarrollo aprobado por el Real Decreto 1720/2007 de 21 de diciembre con los principios de la declaración de Helsinki de estudios con personas.

Tras el cumplimiento de los requisitos previamente mencionados, se llevará a cabo la aleatorización de los pacientes para su división en los grupos de entrenamiento. Para ello se utilizará el programa informático Randomiser (que permite dividir o elegir

entre opciones de manera aleatoria) introduciendo la identificación (nombre y apellidos y DNI) de los distintos sujetos.

Se dividirán entre 2 grupos distintos (grupo control y grupo intervención). Esta asignación será desconocida tanto para pacientes como para evaluadores; se trata de un enmascaramiento de doble ciego. Únicamente serán los fisioterapeutas los que conozcan esta distinción.

Una vez realizada la división, se realizará la primera evaluación (T0) para la recogida de datos basales, en referencia a fuerza muscular (dinamometría y 5 X STS), equilibrio (BBS), velocidad de marcha (10 m marcha), riesgo de caídas (TUG) y calidad de vida (SF-36).

c) Variables de medida

Durante el programa de intervención, se establecen 5 momentos de evaluación: previo al comienzo del programa (T0 - datos basales), al finalizar el programa (T1 - 12 semanas) y a largo plazo. Este último periodo agrupa 3 evaluaciones, realizadas cada mes, hasta cumplir las 12 semanas vista post intervención. Así se realizarán las comparaciones de los resultados obtenidos:

- Pre-intervención (T0) vs. Post-intervención (T1).
- Post-intervención (T1) vs. 4 semanas post (T2) vs. 8 semanas post (T3) vs. 12 semanas post (T4).

Las variables por evaluar serán las siguientes:

- Fuerza muscular:
 - **Dinamometría:** para evaluar el nivel de fuerza muscular que presenta cada paciente se realizarán una serie de mediciones a través de un dinamómetro manual. Para cada estructura muscular a evaluar se realizarán 3 mediciones de la contracción isométrica voluntaria máxima durante 3 segundos cada una. De esas tres se escogerán, como dato representativo, las dos más semejantes que presenten un grado de dispersión menor al 10% entre estas.

Se evaluará principalmente musculatura del miembro inferior de la siguiente manera:

- Isquiotibiales: flexión de rodilla. El sujeto estará en decúbito prono sin agarrarse a la camilla. La pierna por evaluar será colocada con una cuña debajo de la tibia de tal manera que se mantengan 30º de flexión de rodilla. Se colocará el dinamómetro manual 2 dedos por encima del tendón de Aquiles y se le pedirá al paciente una flexión de rodilla máxima durante 3 segundos. El evaluador realizará la medición a través del dinamómetro manual y deberá ejercer una fuerza máxima necesaria para que la contracción del sujeto sea isométrica. Esto se realizará en ambas extremidades.
 - Cuádriceps: extensión de rodilla. El sujeto estará en posición de semi tumbado en la camilla, sin almohadas y con las manos en la cintura. La pierna por evaluar presentará una ligera flexión de rodilla de 30º, por lo que se colocará una cuña en la zona del hueco poplíteo. Se colocará el dinamómetro manual en la zona en la articulación tibioperoneo-astragalina y se le pedirá al paciente una extensión de rodilla máxima. El evaluador realizará la medición a través del dinamómetro manual y deberá ejercer una fuerza máxima contraria para que no exista movimiento (contracción isométrica). La medición se realizará en ambas extremidades.
- **5 Times Sit to Stand Test (5 X STS)**: esta prueba permite de una manera más dinámica evaluar la fuerza o la capacidad del paciente por realizar transferencias, principalmente utilizado en patologías neurológicas como el Parkinson o podría ser la ataxia. Para ello, el paciente se colocará sentado en una silla estándar con respaldo recto sin reposabrazos y con los brazos cruzados sobre su pecho. Se le pedirá que en el momento indicado con un “YA”, deberá levantarse y sentarse de la silla 5 veces lo más rápido posible. Se detendrá el tiempo en el momento en el que el paciente contacte correctamente su trasero sobre la silla la 5º vez (28,29). Se realizará una vez

y se registrará la duración del tiempo que ha tardado en realizarlo. A menor tiempo, mayor rendimiento.

- Equilibrio:

- **Escala Berg (BBS):** esta escala evalúa tanto el equilibrio estático como dinámico y lo relaciona con el posible riesgo de caídas presente en el paciente. Se emplea principalmente para medir la capacidad del paciente para sentarse, mantenerse de pie, extender los brazos sin perder el equilibrio, mantenerse sobre una pierna o incluso girar (contenidos de los ítems a realizar). Para ello, la evaluación consiste en desempeñar 14 tareas que corresponden a los 14 ítems de evaluación; donde el evaluador se encargará de dotar de una puntuación a cada tarea que oscila entre 0 puntos (incapaz de realizarla) y 4 puntos (realizada sin problema ni ayuda).

La suma total por un lado ofrecerá información sobre el equilibrio, desde los 0 puntos (equilibrio gravemente afectado) hasta los 56 puntos (equilibrio excelente). A su vez, la puntuación total la relaciona con el grado de riesgo de caídas que presenta el paciente: 0-20 puntos indica alto riesgo; 21-40, riesgo moderado; 41-56, leve riesgo (17,21,22). En el Anexo 3 se puede observar la escala con la totalidad de los ítems.

- Marcha:

- **Test de 10 metros marcha:** se realizará la medición de la velocidad de la marcha mediante esta prueba. Se le pedirá al paciente que ande a su ritmo habitual en línea recta un tramo de 10 metros, delimitados con líneas, y se cronometrará el tiempo que tarda en recorrerlo. Según el tiempo transcurrido, se realizará la ecuación entre distancia recorrida y tiempo transcurrido y se determina este valor en m/s. Además, en el caso de que el paciente necesite un dispositivo de ayuda (bastón o andador) para la deambulación, la prueba se realizará de la misma manera; únicamente quedará registrado la utilización de este. Es una prueba válida y común para el análisis de la marcha en patología neurológica o ancianos (19,22,27,30).

- Riesgo de caídas:

- **Time Up and Go (TUG):** esta prueba consiste en evaluar el tiempo que tarda el paciente en levantarse de la silla sin la ayuda de los brazos, dirigirse andando hasta un cono dispuesto a los 3 metros, dar la vuelta al mismo, regresar los 3 metros y volver a sentarse. Se registrará el tiempo que tarda en realizarlo y, según este valor, le corresponderá una estimación en el riesgo de caídas (31). Esta prueba determina como riesgo bajo, si el paciente tarda <10 segundos, riesgo existente, si la duración se encuentra en torno a los 10-20 segundos; o, finalmente, riesgo alto, si la duración de la prueba es superior a los 20 segundos (18,19). Es una de las variables más evaluadas y que ofrecen gran parte de información a la hora de evaluar el riesgo de caídas en población con edades >55 años (24). Además, en el caso de que el paciente necesite un dispositivo de ayuda (bastón o andador) para la deambulaci3n, la prueba se realizará de la misma manera; únicamente quedará registrado la utilizaci3n de este.

- Calidad de vida:

- **Cuestionario SF-36:** es un cuestionario que va a ser utilizado para evaluar la calidad de vida de estos pacientes. Contiene 36 ítems que cubren 8 dimensiones y áreas del estado de salud (funci3n física, dolor, salud general, vitalidad, funci3n social, rol emocional, salud mental y transici3n de salud). Una mayor puntuaci3n se relaciona con una calidad de vida mejor. Sus ítems detectan tanto estados positivos como negativos de salud. Para cada dimensi3n, los ítems se codifican y transforman en una escala que tiene un recorrido desde 0 (el peor estado de salud para esa dimensi3n) hasta 100 (el mejor estado de salud). Los resultados significativos obtenidos en este estudio han demostrado que este cuestionario es un instrumento v3lido y fiable para medir la CVRS en pacientes con diagn3stico de ataxia cerebelosa (32). En el Anexo 6 se puede observar el cuestionario.

d) Protocolo de intervención

Los dos grupos de sujetos se van a diferenciar por el tipo de entrenamiento a realizar: el grupo control llevará a cabo el entrenamiento habitual (equilibrio y marcha, que en estudios previos ha demostrado beneficios significativos para estos pacientes (18,19,21,23)); y el grupo intervención uno combinado, formado por una parte de equilibrio y marcha y otra, de fuerza muscular.

Dicho programa tendrá una duración de 12 semanas. Tras finalizarlo y durante las posteriores 12 semanas, los sujetos realizarán una **prescripción domiciliaria** de ejercicios, que tendrá la misma frecuencia semanal que el programa, 3 sesiones.

Se ha constatado que se necesitan un mínimo de 8-12 semanas de duración para que el entrenamiento de fuerza no solo genere adaptaciones neurales, sino también musculares o morfológicos (hipertrofia), lo que podría permitir el mantenimiento de los efectos a largo plazo (24,33).

Además, la frecuencia de entrenamientos será de **3 sesiones por semana supervisadas**, teniendo esta frecuencia cierta evidencia, como se ha observado en varios artículos (24–26).

Cada sesión, independientemente del tipo de entrenamiento, constará de 3 partes (calentamiento, fase principal y vuelta a la calma). Será el contenido de la fase principal lo que sea diferente, según el grupo al que pertenezca el sujeto.

Así pues, todas las sesiones comenzarán y finalizarán de la misma manera, tanto el calentamiento como la vuelta a la calma consistirá en un trabajo aeróbico durante 10' en un cicloergómetro, como lo realizan varios estudios previos (18,19).

Teniendo en cuenta que la intensidad durante el ejercicio estará regulada por escalas subjetivas (Borg e Índice de Esfuerzo Percibido modificada), en momentos previos al inicio del programa se realizará una explicación de estas a los sujetos (Anexo 7).

Los dos tipos de entrenamiento consistirán en lo siguiente:

○ Entrenamiento de equilibrio y marcha:



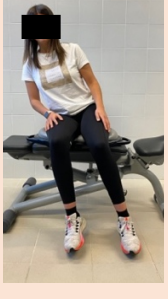


Es el entrenamiento que realizará el grupo control de manera aislada, y el grupo intervención, junto con la parte de fuerza muscular. Su contenido se basa en ejercicios que en estudios previos han demostrado efectos positivos en este tipo de pacientes (18,19,21,23).

- **Calentamiento:** los sujetos realizarán ejercicio durante 10' ejercicio en un cicloergómetro con el fin de salir del estado basal y estimular el metabolismo. La intensidad del ejercicio no deberá superar una intensidad de 5-6/10 en RPE o Borg.
- **Fase principal:** los sujetos realizarán 7 ejercicios con una duración de 10' cada uno, basados en trabajos de equilibrio y marcha. Los ejercicios comenzarán siendo básicos y tendrán la siguiente progresión.
 - Equilibrio: se realizarán en dos posiciones, sedestación (Tabla 5) y bipedestación (Tabla 6).

SEDESTACIÓN

- *Superficie estable:* el paciente comenzará en posición de sedestación sin el apoyo del respaldo de la silla a realizar movimientos de transferencia de peso a los lados (ejercicio 1) y anteriorizaciones y posteriorizaciones del tronco (ejercicio 2). Para progresar, en la misma posición el paciente realizará alcances a objetos con los brazos (ejercicio 1) o movimientos con los pies (ejercicio 2).
- *Superficie inestable:* en posición de sedestación sobre un disco o bosu, el paciente comenzará realizando movimientos de lateralización y rotación del tronco (ejercicios 1 y 2); y progresará a realizar alcances a objetos en distintas direcciones, alternando la cantidad de contacto de los pies en el suelo (ejercicios 1 y 2).







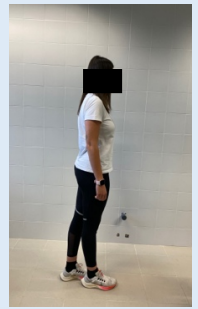


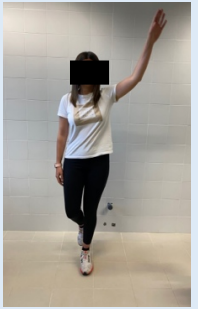
Tabla 5: Ejercicios de equilibrio posición SD. Fuente: elaboración propia.

SEDESTACIÓN	Inicio		Progresión	
Superficie estable	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 1	Ejercicio 2
				
Superficie inestable	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 1	Ejercicio 2
				

BIPEDESTACIÓN

- *Ojos abiertos:* el paciente comenzará en posición de BD con los pies separados y juntos a realizar movimientos de puntillas y talones (ejercicio 1) y pasará a realizar alternancia de mano y pierna contralateral (ejercicio 2). La progresión consistirá en mantener la posición de semitándem y realizar alcances a objetos con las manos en esa posición (ejercicios 1 y 2).
- *Ojos cerrados:* el paciente mantendrá la posición de semitándem y tándem (ejercicios 1 y 2) y progresará a mantener la posición monopodal y realizar círculos con los brazos (ejercicios 1 y 2).

Tabla 6: Ejercicios de equilibrio posición BD. Fuente: elaboración propia.

BIPEDESTACIÓN	Inicio		Progresión	
Ojos abiertos	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 1	Ejercicio 2
				
Ojos cerrados	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 1	Ejercicio 2
				

- **Marcha:** cada sujeto realizará tres ejercicios, comenzará andando sobre una cinta rodante (ejercicio 1), continuará andando y esquivando ciertos obstáculos (ejercicio 2) que se encontrará en el camino; y finalizará subiendo y bajando escaleras (ejercicio 3) (Tabla 7).

Tabla 7: Ejercicios de marcha. Fuente: elaboración propia. Imágenes (34–36).

MARCHA		
Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3
 (34)	 (35)	 (36)

- **Vuelta a la calma:** el entrenamiento se finalizará con 10' de trabajo en el cicloergómetro, con potencia de 0W e intensidad que no supere los 3-4/10 en RPE o Borg, buscando así una vuelta al estado basal metabólico.

o Entrenamiento combinado:

El grupo intervención será el encargado de llevarlo a cabo. Consiste en realizar el trabajo inicial de equilibrio y marcha, previamente desarrollado, con un bloque de fuerza muscular.

Este último se desarrollará en función de los valores registrados de RM para cada sujeto en cada ejercicio. Para ello se determinará el peso con el cual el paciente es capaz de realizar entre 4-6 repeticiones y se realizará una regla de 3 para obtener el dato de 1 RM.

Cada dos semanas se irá realizando esta evaluación a cada sujeto para ir progresando y ajustando las cargas del entrenamiento al momento del programa.

En este entrenamiento habrá una progresión de cargas (Tabla 8). Se comenzará con una intensidad inicial de 40-60% 1RM con un volumen inicial de 3 series de 8-10 repeticiones de cada ejercicio. Esto irá progresando, con una variación ligera en series y repeticiones para dar variabilidad al ejercicio; y con un aumento del 5-10% 1 RM cada dos semanas, hasta finalizar con un 70% 1RM al final del programa (24–27). En todo momento, la intensidad no deberá superar un 7-8/10 en RPE o Borg.

Tabla 8: Progresión de cargas del entrenamiento de fuerza durante las semanas del programa. Fuente: elaboración propia.

Semanas	Nº series	Nº repeticiones	Carga aplicada
1º - 2º semana	3	8-10	40% 1 RM
3º - 4º semana	2	10-12	50% 1 RM
5º - 6º semana	3	8-10	55% 1 RM


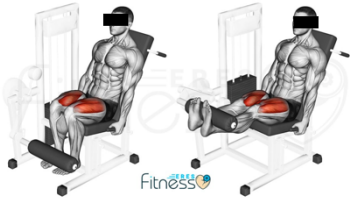
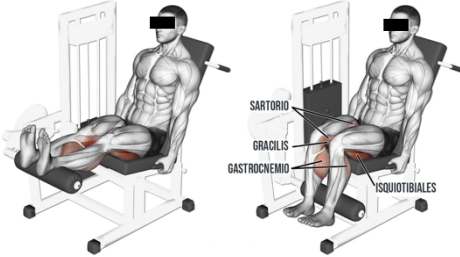
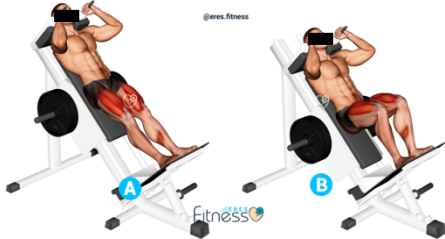
7º - 8º semana	3	10-12	60% 1 RM
9º - 10º semana	3	8-10	65% 1 RM
11º - 12º semana	4	6-8	70% 1 RM

Este entrenamiento tendrá las siguientes fases:

- **Calentamiento:** los sujetos realizarán durante 10' ejercicio en un cicloergómetro con el fin de salir del estado basal y estimular el metabolismo. La intensidad del ejercicio no deberá superar una intensidad de 5-6/10 en RPE o Borg.
- **Fase principal:** los sujetos realizarán en primer lugar los 7 ejercicios de equilibrio y marcha (Tablas 5, 6 y 7) y posteriormente los 4 ejercicios de fuerza, explicados a continuación y representados en la Tabla 9.
 - 1. Prensa de piernas: paciente en sedestación, apoyado en el respaldo, con las manos apoyadas en los agarraderos, coloca las piernas con 45º de flexión de cadera y 90º de flexión de rodillas. Debe realizar un empuje que represente una extensión de rodillas a la vez que exhala. Es importante que cuando tenga que volver a doblar las rodillas, lo realice de manera controlada y no dejándose vencer.
 - 2. Extensión de piernas: paciente en sedestación, apoyado en el respaldo y con las manos apoyadas sobre los agarraderos, coloca los pies debajo de la almohadilla inferior con una flexión de cadera y rodillas de 90º. Debe realizar una extensión de rodillas a la vez que exhala.
 - 3. Curl Femoral: paciente en sedestación, apoyado en el respaldo y con las manos apoyadas sobre los agarraderos, coloca los pies debajo de la almohadilla inferior con una flexión de cadera de 90º y ligera flexión de rodillas. Debe realizar una flexión de rodillas a la vez que exhala.

- **4. Sentadilla guiada:** el paciente se coloca en bipedestación encima de la plataforma y apoyado sobre el respaldo. Coloca las manos sobre los agarraderos superiores en los laterales de su cabeza. Partiendo de extensión de caderas y rodillas, debe flexionarse hasta cerca de los 90º de flexión de ambas y, después, volver a colocarse en BD completa.

Tabla 9: Ejercicios de fuerza muscular. Fuente: elaboración propia. Imágenes (37).

1. PRENSA DE PIERNAS		2. EXTENSIÓN DE PIERNAS	
Inicio	Final	Inicio	Final
			
3. CURL FEMORAL		4. SENTADILLA GUIADA	
Inicio	Final	Inicio	Final
			

- **Vuelta a la calma:** el entrenamiento se finalizará con 10' de trabajo en el cicloergómetro, con potencia de 0W e intensidad que no supere los 3-4/10 en RPE o Borg, buscando así una vuelta al estado basal metabólico.

Claudia Úriz Suescun



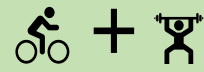

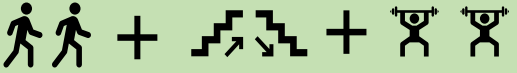

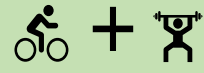
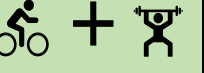
○ Prescripción domiciliaria: todos los sujetos durante las 12 semanas post intervención, deberán realizar en sus domicilios la siguiente rutina de ejercicios con un volumen de 3 sesiones/semana:

- **Bloque aeróbico**: los sujetos deberán intercalar durante las sesiones semanales ejercicio en bicicleta estática o caminar durante 30'; con una intensidad que no debe superar valores de 5-6/10 en RPE o Borg.

- **Bloque de fuerza muscular**: los sujetos deberán realizar sentadillas con una dosis de 3 series de 10 repeticiones, sin superar valores de 5-6/10 en RPE o Borg.

Todo ello se representa en el siguiente calendario (Tabla 10):

Tabla 10: Calendario representativo del programa de intervención. Fuente: elaboración propia.

CALENDARIO DEL PROGRAMA		PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN						PROTOCOLO DOMICILIARIO									
Semanas		1º-2º	3º-4º	5º-6º	7º-8º	9º-10º	11º-12º		13º-14º	15º-16º		17º-18º	19º-20º		21º-22º	23º-24º	
GRUPO CONTROL	Evaluación inicial – T0							Evaluación fin del programa – T1			Evaluación 4 semanas post – T2			Evaluación 8 semanas post – T3			Evaluación 12 semanas post – T4
GRUPO INTERVENCIÓN																	

Criterios para la retirada del programa:

- Experimentar efectos adversos: mareos, náuseas o malestar.
- Incapacidad de realizar el programa de entrenamiento o aparición de comorbilidades adversas como déficits sensitivos, alteraciones visuales.
- Debilidad muscular, desequilibrios, inestabilidad o calambres.
- Consideración por parte del equipo de fisioterapeutas de la imposibilidad del paciente de continuar con el programa.

5. Análisis estadístico de los datos

Para llevar a cabo el estudio, se realizó el análisis de determinación del tamaño muestral para que la muestra fuera representativa de la población. Para ello, se realizó el estudio por contraste de hipótesis bilateral mediante la comparación de medias.

En primer lugar, cabe destacar la utilización de la prueba de **TUG** con la variable de riesgo de caídas, como referencia en este análisis estadístico. Se ha determinado esto ya que se considera que su valor tiene una gran representación en el riesgo de caídas y, supone uno de los cambios más significativos para la calidad de vida del paciente. Asimismo, teniendo en cuenta su amplio rango de sensibilidad del cambio (1.6"-4.5"), es una de las medidas más objetivas y que menor rango de error pueden generar (38).

Para ello, se establecerá el riesgo a asumir para garantizar la máxima fiabilidad del estudio posible. Se establecerá un riesgo del 5% (siendo $\alpha= 0.05$); y como poder estadístico para detectar cambios destacados en el riesgo de caídas, un 90%, siendo así $\beta=0.1$.

Esta variable presenta un valor medio de 9.6 y una desviación típica de 0.8 en la población (22). Se utilizará la siguiente fórmula con estos valores:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Figura 6: Fórmula obtención tamaño muestral. Fuente: (39).

Donde:

- n = sujetos necesarios en cada una de las muestras.
- Z_{α} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado.
- Z_{β} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado.
- S^2 = Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia, en este caso 0.8.
- d = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos), 0.5.

Para obtener los valores de Z_α (según el riesgo) y Z_β (según el poder) se realizó la conversión obteniéndose así valores de 1.96 y 1.282, respectivamente (representados en la siguiente ilustración):

Z_α		
a	Test unilateral	Test bilateral
0.200	0.842	1.282
0.150	1.036	1.440
0.100	1.282	1.645
0.050	1.645	1.960
0.025	1.960	2.240
0.010	2.326	2.576
Potencia		
b	(1-b)	Z_b
0.01	0.99	2.326
0.05	0.95	1.645
0.10	0.90	1.282
0.15	0.85	1.036
0.20	0.80	0.842
0.25	0.75	0.674
0.30	0.70	0.524
0.35	0.65	0.385
0.40	0.60	0.253
0.45	0.55	0.126
0.50	0.50	0.000

Figura 7: Tabla conversión valores Z. Fuente: (39).

La fórmula se resolvió con $n = 53.8$ pacientes. Por tanto, una muestra de **53 sujetos** por cada grupo resultaría representativa para este estudio.

Una vez obtenido este valor, se llevará a cabo un análisis comparativo de medias mediante la prueba "T de Student". Esta prueba permitirá determinar si existen diferencias significativas dentro de ambos grupos de sujetos en los distintos momentos de evaluación propuestos en el estudio.

Para ello, se llevará a cabo el análisis de la misma variable (riesgo de caídas - TUG) para muestras independientes (los dos grupos de sujetos, control e intervención).

6. Resultados esperados

En base al previo análisis estadístico, se comenzará asumiendo un valor $p \leq 0.05$ para establecer diferencias significativas.

- Obtener valores de $p \leq 0.05$ en las variables de equilibrio, velocidad de marcha, riesgo de caídas o calidad de vida en evaluaciones post intervención (T1) indicarán efectos positivos generados por el programa de entrenamiento.
- La hipótesis que determina que el entrenamiento de fuerza muscular junto con el de equilibrio y marcha obtendrá mayores efectos que el de equilibrio y marcha de manera aislada, se confirmará si en el momento T1, el valor $p \leq 0.05$ en el grupo intervención con respecto al control.
- La hipótesis que afirma que un programa caracterizado por la adición del trabajo de fuerza muscular al que ya se realiza (equilibrio y marcha) va a provocar un mayor mantenimiento de los efectos en el tiempo, se cumplirá si el valor $p \leq 0.05$ se mantienen en las evaluaciones de las variables en periodos como T2, T3 y T4.

7. Limitaciones del estudio

- Número reducido de muestra de pacientes, dada la prevalencia e incidencia de la afectación.
- Dificultad de adherencia al ejercicio domiciliario, lo que puede dificultar las evaluaciones a largo plazo.
- Falta de monitorización objetiva en el periodo de prescripción domiciliaria.
- Desestabilización del estado del paciente por la exigencia del programa de entrenamiento.

8. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de fin de grado marca el fin de una etapa de formación, gracias a muchas horas de esfuerzo y dedicación, en la que he estado acompañada por varias personas a las que quisiera mostrar mi agradecimiento.

En primer lugar, agradecer a mi tutor Rafael Rodríguez por su disponibilidad, dedicación y ayuda, a lo largo de estos meses.

Agradecer también a los profesores Alazne Antón y Miguel Barajas, por sus seminarios impartidos acerca del contenido y la estructura para la realización del trabajo.

A mis padres y mi hermano, principalmente, por el apoyo continuo y la confianza depositada en mi desde el principio y acompañarme en todo momento.

Finalmente, a la pequeña gran familia de Tudela, formada por mis compañeros de clase, que han hecho que esta etapa sea única e inolvidable para mí y que juntos hayamos disfrutado de estos años. En especial a Naíra, Ainhoa y Edurne, por haberse convertido en un apoyo incondicional e importante en todo momento y haber hecho esta etapa aún más bonita y especial.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Kelly G, Shanley J. Rehabilitation of ataxic gait following cerebellar lesions: Applying theory to practice. *Physiother Theory Pract.* 17 de agosto de 2016;32(6):430-7.
2. Serrao M, Ranavolo A, Casali C. Neurophysiology of gait. En: *Handbook of Clinical Neurology.* Elsevier; 2018. p. 299-303.
3. Stephen CD, Brizzi KT, Bouffard MA, Gomery P, Sullivan SL, Mello J, et al. The Comprehensive Management of Cerebellar Ataxia in Adults. *Curr Treat Options Neurol.* marzo de 2019;21(3):9.
4. Buckley E, Mazzà C, McNeill A. A systematic review of the gait characteristics associated with Cerebellar Ataxia. *Gait Posture.* febrero de 2018; 60:154-63.
5. Mirelman A, Shema S, Maidan I, Hausdorff JM. Gait. En: *Handbook of Clinical Neurology.* Elsevier; 2018. p. 119-34.
6. D'Angelo E. Physiology of the cerebellum. En: *Handbook of Clinical Neurology.* Elsevier; 2018. p. 85-108.
7. Martin C, Tan D, Bragge P, Bialocerkowski A. Effectiveness of physiotherapy for adults with cerebellar dysfunction: a systematic review. *Clin Rehabil.* enero de 2009;23(1):15-26.
8. Marsden J, Harris C. Cerebellar ataxia: pathophysiology and rehabilitation. *Clin Rehabil.* marzo de 2011;25(3):195-216.
9. Stoodley CJ, Schmahmann JD. Functional topography of the human cerebellum. En: *Handbook of Clinical Neurology.* Elsevier; 2018. p. 59-70.
10. Bakker M, Allum J, Visser J, Gruneberg C, Vandewarrenburg B, Kremer B, et al. Postural responses to multidirectional stance perturbations in cerebellar ataxia. *Exp Neurol.* noviembre de 2006;202(1):21-35.
11. Bürk K. Friedreich Ataxia: current status and future prospects. *Cerebellum Ataxias.* diciembre de 2017;4(1):4.
12. Lanza G, Casabona JA, Bellomo M, Cantone M, Fiscaro F, Bella R, et al. Update

on intensive motor training in spinocerebellar ataxia: time to move a step forward? J Int Med Res. febrero de 2020;48(2):030006051985462.

13. Mandolesi L, Polverino A, Montuori S, Foti F, Ferraioli G, Sorrentino P, et al. Effects of Physical Exercise on Cognitive Functioning and Wellbeing: Biological and Psychological Benefits. Front Psychol. 27 de abril de 2018;9:509.

14. Reid G, Bouffard M, MacDonald C. Creating Evidence-Based Research in Adapted Physical Activity. Adapt Phys Act Q. abril de 2012;29(2):115-31.

15. Synofzik M, Ilg W. Motor Training in Degenerative Spinocerebellar Disease: Ataxia-Specific Improvements by Intensive Physiotherapy and Exergames. BioMed Res Int. 2014;2014:1-11.

16. Miyai I, Ito M, Hattori N, Mihara M, Hatakenaka M, Yagura H, et al. Cerebellar Ataxia Rehabilitation Trial in Degenerative Cerebellar Diseases. Neurorehabil Neural Repair. junio de 2012;26(5):515-22.

17. Nardone A, Turcato AM, Schieppati M. Effects of balance and gait rehabilitation in cerebellar disease of vascular or degenerative origin. Restor Neurol Neurosci. 2014;32(2):233-45.

18. Barbuto S, Martelli D, Omofuma IB, Lee N, Kuo SH, Agrawal S, et al. Phase I randomized single-blinded controlled study investigating the potential benefit of aerobic exercise in degenerative cerebellar disease. Clin Rehabil. mayo de 2020;34(5):584-94.

19. Barbuto S, Martelli D, Isirame O, Lee N, Bishop L, Kuo S, et al. Phase I SINGLE-BLINDED Randomized Controlled Trial Comparing Balance and Aerobic Training in Degenerative Cerebellar Disease. PM&R. abril de 2021;13(4):364-71.

20. Ilg W, Synofzik M, Brotz D, Burkard S, Giese MA, Schols L. Intensive coordinative training improves motor performance in degenerative cerebellar disease. Neurology. 1 de diciembre de 2009;73(22):1823-30.

21. Ilg W, Brötz D, Burkard S, Giese MA, Schöls L, Synofzik M. Long-term effects of coordinative training in degenerative cerebellar disease. Mov Disord. 2010;25(13):2239-46.

22. Fonteyn EMR, Heeren A, Engels JJC, Boer JJD, van de Warrenburg BPC, Weerdesteyn V. Gait adaptability training improves obstacle avoidance and dynamic stability in patients with cerebellar degeneration. *Gait Posture*. mayo de 2014;40(1):247-51.
23. Keller JL, Bastian AJ. A Home Balance Exercise Program Improves Walking in People With Cerebellar Ataxia. *Neurorehabil Neural Repair*. octubre de 2014;28(8):770-8.
24. Lopez P, Pinto RS, Radaelli R, Rech A, Grazioli R, Izquierdo M, et al. Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. *Aging Clin Exp Res*. agosto de 2018;30(8):889-99.
25. Gamborg M, Hvid LG, Dalgas U, Langeskov-Christensen M. Parkinson's disease and intensive exercise therapy — An updated systematic review and meta-analysis. *Acta Neurol Scand*. 2022;145(5):504-28.
26. Keating CJ, Cabrera-Linares JC, Párraga-Montilla JA, Latorre-Román PA, del Castillo RM, García-Pinillos F. Influence of Resistance Training on Gait & Balance Parameters in Older Adults: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. febrero de 2021;18(4):1759.
27. Li X, He J, Yun J, Qin H. Lower Limb Resistance Training in Individuals With Parkinson's Disease: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Front Neurol*. 2020;11:591605.
28. Petersen C, Steffen T, Paly E, Dvorak L, Nelson R. Reliability and Minimal Detectable Change for Sit-to-Stand Tests and the Functional Gait Assessment for Individuals With Parkinson Disease. *J Geriatr Phys Ther* 2001. diciembre de 2017;40(4):223-6.
29. Duncan RP, Leddy AL, Earhart GM. Five times sit-to-stand test performance in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*. septiembre de 2011;92(9):1431-6.
30. Keating CJ, Cabrera-Linares JC, Párraga-Montilla JA, Latorre-Román PA, del Castillo RM, García-Pinillos F. Influence of Resistance Training on Gait & Balance Parameters in Older Adults: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. febrero de 2021;18(4):1759.

31. Bennell K, Dobson F, Hinman R. Measures of physical performance assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Minute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task. *Arthritis Care Res.* noviembre de 2011;63 Suppl 11:S350-370.
32. Sánchez-López CR, Perestelo-Pérez L, Escobar A, López-Bastida J, Serrano-Aguilar P. Calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con ataxias espinocerebelosas. *Neurología.* 1 de abril de 2017;32(3):143-51.
33. Teoría de adaptación neural tras el RT.pdf.
34. Cinta de andar para gimnasios geriátricos y de rehabilitación. *Geriatricarea.*
35. FISIOTERAPIA EN SALA. AMDDEM | Asociación Mostoleña de Esclerosis Múltiple.
36. Brenda. Beneficios de subir escaleras para las piernas, ¿Cómo hacer pierna rápido subiendo escaleras?
37. EresFitness – Construye la mejor versión de ti.
38. Stegemöller EL, Nocera J, Malaty I, Shelley M, Okun MS, Hass CJ. Timed Up and Go, Cognitive, and Quality-of-Life Correlates in Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 1 de abril de 2014;95(4):649-55.
39. Escala PEDro. PEDro.
40. Materiales – Redcaspe.
41. ESCALA BERG: valoración del equilibrio en pacientes con DCA. Centros de Daño Cerebral de Hospitales vithas.
42. The short version of the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale: its validity, reliability, and relationship to balance impairment and falls in older adults. *Epistemonikos.*
43. Valorar Actividades de la Vida Diaria. Escala FIM. Centros de Daño Cerebral de Hospitales vithas.
44. Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P, Permanyer-Miralda G, Quintana JM,

et al. El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. Gac Sanit. abril de 2005;19(2):135-50.

45. Escala de Borg: Qué es y cómo aplicarla | Siclo.com.

46. Escala de esfuerzo percibido y RPE de la sesión. ET.

47. CONSENTIMIENTO INFORMADO INTERVENCIÓN FISIOTERÁPICA. studylib.es.

10. ANEXOS

ANEXO 1: Criterios de la Escala PeDro (ECA). Fuente: (39).**Escala PEDro-Español**

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:

ANEXO 2: Criterios de la Escala Caspe (casos y controles). Fuente: (40).

A/ ¿Son los resultados del estudio válidos?

Preguntas de eliminación

<p>1 ¿El estudio se centra en un tema claramente definido?</p> <p><i>PISTA: Una pregunta se puede definir en términos de</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - La población estudiada. - Los factores de riesgo estudiados. - Si el estudio intentó detectar un efecto beneficioso o perjudicial. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>2 ¿Los autores han utilizado un método apropiado para responder a la pregunta?</p> <p><i>PISTA: Considerar</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Es el estudio de Casos y Controles una forma adecuada para contestar la pregunta en estas circunstancias? (¿Es el resultado a estudio raro o perjudicial?). - ¿El estudio está dirigido a contestar la pregunta? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

¿Merece la pena continuar?

Preguntas de detalle

<p>3 ¿Los casos se reclutaron/incluyeron de una forma aceptable?</p> <p><i>PISTA: Se trata de buscar sesgo de selección que pueda comprometer la validez de los hallazgos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Los casos se han definido de forma precisa? - ¿Los casos son representativos de una población definida (geográfica y/o temporalmente)? - ¿Se estableció un sistema fiable para la selección de todos los casos? - ¿Son incidencia o prevalencia? - ¿Hay algo "especial" que afecta a los casos? - ¿El marco temporal del estudio es relevante en relación a la enfermedad/exposición? - ¿Se seleccionó un número suficiente de casos? - ¿Tiene potencia estadística? 	<p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO </p>
<p>4 ¿Los controles se seleccionaron de una manera aceptable?</p> <p><i>PISTA: Se trata de buscar sesgo de selección que pueda comprometer la generalizabilidad de los hallazgos.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Los controles son representativos de una población definida (geográfica y/o temporalmente)? - ¿Hay algo "especial" que afecta a los controles? - ¿Hay muchos no respondedores? ¿Podrían ser los no respondedores de alguna manera diferentes al resto? - ¿Han sido seleccionados de forma aleatorizada, basados en una población? - ¿Se seleccionó un número suficiente de controles? 	<p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO </p>

<p>5 ¿La exposición se midió de forma precisa con el fin de minimizar posibles sesgos?</p> <p><i>PISTA: Estamos buscando sesgos de medida, retirada o de clasificación:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Se definió la exposición claramente y se midió ésta de forma precisa? - ¿Los autores utilizaron variables objetivas o subjetivas? - ¿Las variables reflejan de forma adecuada aquello que se suponen que tiene que medir? (han sido validadas). - ¿Los métodos de medida fueron similares tanto en los casos como en los controles? - ¿Cuando fue posible, se utilizó en el estudio cegamiento? - ¿La relación temporal es correcta (la exposición de interés precede al resultado/variable de medida)? 	<p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO </p>
<p>6</p> <p>A. ¿Qué factores de confusión han tenido en cuenta los autores?</p> <p><i>Haz una lista de los factores que piensas que son importantes y que los autores han omitido (genéticos, ambientales, socioeconómicos).</i></p> <p>B. ¿Han tenido en cuenta los autores el potencial de los factores de confusión en el diseño y/o análisis?</p> <p><i>PISTA: Busca restricciones en el diseño y técnica, por ejemplo, análisis de modelización, estratificación, regresión o de sensibilidad para corregir, controlar o ajustar los factores de confusión.</i></p>	<p>Lista:</p> <hr/> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO </p>

B/ ¿Cuáles son los resultados?**7 ¿Cuáles son los resultados de este estudio?***PISTA:*

- ¿Cuáles son los resultados netos?
- ¿El análisis es apropiado para su diseño?
- ¿Cuán fuerte es la relación de asociación entre la exposición y el resultado (mira los odds ratio (OR))?
- ¿Los resultados se han ajustado a los posibles factores de confusión y, aun así, podrían estos factores explicar la asociación?
- ¿Los ajustes han modificado de forma sustancial los OR?

8 ¿Cuál es la precisión de los resultados?

¿Cuál es la precisión de la estimación del riesgo?

PISTA:

- Tamaño del valor de P.
- Tamaño de los intervalos de confianza.
- ¿Los autores han considerado todas las variables importantes?
- ¿Cuál fue el efecto de los individuos que rechazaron el participar en la evaluación?

9 ¿Te crees los resultados?

PISTA:

- ¡Un efecto grande es difícil de ignorar!
- ¿Puede deberse al azar, sesgo o confusión?
- ¿El diseño y los métodos de este estudio son lo suficientemente defectuosos para hacer que los resultados sean poco creíbles?
- Considera los criterios de Bradford Hills (por ejemplo, secuencia temporal, gradiente dosis-respuesta, fortaleza de asociación, verosimilitud biológica).

SÍ

NO SÉ

NO

ANEXO 3: Escala Berg para la evaluación del equilibrio (BBS). Fuente: (41).

Escala de Equilibrio de Berg

Nombre: _____ Fecha de la prueba: _____

1. En sedestación, levantarse.
Instrucciones: «Por favor, póngase de pie. No use las manos para apoyarse.»
Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Necesita ayuda moderada a máxima para levantarse.
- () 1 Necesita ayuda mínima para levantarse o estabilizarse.
- () 2 Capaz de levantarse usando las manos tras varios intentos.
- () 3 Capaz de levantarse con independencia usando las manos.
- () 4 Capaz de levantarse sin usar las manos y de estabilizarse sin ayuda.

2. Bipedestación sin apoyo.
Instrucciones: «Por favor, permanezca de pie 2 minutos sin cogerse a nada.»
Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Incapaz de permanecer de pie 30 segundos sin ayuda.
- () 1 Necesita varios intentos para mantenerse 30 segundos sin apoyarse.
- () 2 Capaz de mantenerse 30 segundos sin apoyarse.

- () 3 Capaz de mantenerse de pie 2 minutos con supervisión.
 - () 4 Capaz de mantenerse de pie con seguridad durante 2 minutos.
- Si la persona puede estar de pie 2 minutos con seguridad, anota todos los puntos por sentarse sin apoyo (ítem 3). Pase al ítem 4.

3. Sentarse sin apoyar la espalda con los pies en el suelo o en un escabel.

Instrucciones: «Siéntese con los brazos cruzados sobre el pecho durante 2 minutos».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Incapaz de sentarse sin apoyo durante 10 segundos.
- () 1 Capaz de sentarse 10 segundos.
- () 2 Capaz de sentarse 30 segundos.
- () 3 Capaz de sentarse 2 minutos con supervisión.
- () 4 Capaz de sentarse con seguridad durante 2 minutos.

4. En bipedestación, sentarse.

Instrucciones: «Por favor, siéntese».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Necesita ayuda para sentarse.
- () 1 Se sienta sin ayuda pero el descenso es incontrolado.
- () 2 Usa el dorso de las piernas contra la silla para controlar el descenso.
- () 3 Controla el descenso usando las manos.
- () 4 Se sienta con seguridad y un uso mínimo de las manos.

5. Transferencias.

Instrucciones: «Por favor, pase de una a otra silla y vuelta a la primera.» (La persona pasa a una silla con brazos y luego a otra sin ellos.) Las sillas se disponen para pivotar en la transferencia.

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Necesita dos personas para ayudar o supervisar.
- () 1 Necesita una persona para ayudar.
- () 2 Capaz de practicar la transferencia con claves verbales y/o supervisión.
- () 3 Capaz de practicar la transferencia con seguridad usando las manos.
- () 4 Capaz de practicar la transferencia con seguridad usando mínimamente las manos.

6. *Bipedestación sin apoyo y con los ojos cerrados.

Instrucciones: «Cierre los ojos y permanezca de pie parado durante 10 segundos».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Necesita ayuda para no caerse.
- () 1 Incapaz de cerrar los ojos 3 segundos pero se mantiene estable.
- () 2 Capaz de permanecer de pie 3 segundos.
- () 3 Capaz de permanecer de pie 10 segundos con supervisión.
- () 4 Capaz de permanecer de pie 10 segundos con seguridad.

7. *Bipedestación sin apoyo con los pies juntos.

Instrucciones: «Junte los pies y permanezca de pie sin apoyarse en nada».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Necesita ayuda para mantener el equilibrio y no aguanta 15 segundos.
- () 1 Necesita ayuda para mantener el equilibrio, pero aguanta 15 segundos con los pies juntos.
- () 2 Capaz de juntar los pies sin ayuda, pero incapaz de aguantar 30 segundos.
- () 3 Capaz de juntar los pies sin ayuda y permanecer de pie 1 minuto con supervisión.

- () 4 Capaz de juntar los pies sin ayuda y permanecer de pie 1 minuto con seguridad. Los ítems siguientes deben practicarse de pie sin apoyo alguno.

8. *Estirarse hacia delante con el brazo extendido.

Instrucciones: «Levante el brazo hasta 90°. Extienda los dedos y estírese hacia delante todo lo posible». (El examinador sitúa una regla al final de las yemas de los dedos cuando el brazo adopta un ángulo de 90°. Los dedos no deben tocar la regla mientras el practicante se estira. La medida registrada es la distancia que alcanzan los dedos en sentido anterior mientras la persona se inclina hacia delante.)

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Necesita ayuda para no caerse.
 () 1 Se estira hacia delante pero necesita supervisión.
 () 2 Puede estirarse hacia delante más de 5 cm con seguridad.
 () 3 Puede estirarse hacia delante más de 12,7 cm con seguridad.
 () 4 Puede estirarse hacia delante con confianza más de 25 cm.

9. *Coger un objeto del suelo en bipedestación.

Instrucciones: «Por favor, recoja el zapato/zapatilla situada delante de sus pies».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Incapaz de intentarlo/necesita ayuda para no perder el equilibrio o caerse.
 () 1 Incapaz de recoger la zapatilla y necesita supervisión mientras lo intenta.
 () 2 Incapaz de recoger la zapatilla, pero se acerca a 2,5-5 cm y mantiene el equilibrio sin ayuda.
 () 3 Capaz de recoger la zapatilla pero con supervisión.
 () 4 Capaz de recoger la zapatilla con seguridad y facilidad.

10. *En bipedestación, girar la cabeza hacia atrás sobre los hombros derecho e izquierdo.

Instrucciones: «Gire el tronco para mirar directamente sobre el hombro izquierdo. Ahora pruebe a mirar por encima del hombro derecho».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Necesita ayuda para no caerse.
 () 1 Necesita supervisión en los giros.
 () 2 Gira sólo de lado, pero mantiene el equilibrio.
 () 3 Mira sólo hacia atrás por un lado; el otro lado muestra un desplazamiento menor del peso.
 () 4 Mira hacia atrás por ambos lados y practica un buen desplazamiento del peso.

11. *Giro de 360°.

Instrucciones: «Dé una vuelta completa en círculo. Haga una pausa, y luego trace el círculo de vuelta en la otra dirección».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- () 0 Necesita ayuda mientras gira.
 () 1 Necesita estrecha supervisión u órdenes verbales.
 () 2 Capaz de girar 360° con seguridad pero con lentitud.
 () 3 Capaz de girar 360° con seguridad sólo por un lado en menos de 4 segundos.
 () 4 Capaz de girar 360° con seguridad en menos de 4 segundos por ambos lados.

12. *Subir alternativamente un pie sobre un escalón o escabel en bipedestación sin apoyo.

Instrucciones: «Coloque primero un pie y luego el otro sobre un escalón (escabel). Continúe hasta haber subido ambos pies cuatro veces». (Recomendamos el uso de un escalón de 15 cm.)

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- 0 Necesita ayuda para no caer/incapaz de intentarlo.
- 1 Capaz de completar menos de dos pasos; necesita ayuda mínima.
- 2 Capaz de completar cuatro pasos sin ayuda pero con supervisión.
- 3 Capaz de estar de pie sin ayuda y completar los ocho pasos en más de 20 segundos.
- 4 Capaz de estar de pie sin ayuda y con seguridad, y completar los ochos pasos en menos de 20 segundos.

13. *Bipedestación sin apoyo con un pie adelantado.

Instrucciones: «Ponga un pie justo delante del otro. Si le parece que no puede ponerlo justo delante, trate de avanzar lo suficiente el pie para que el talón quede por delante de los dedos del pie atrasado». (Haga una demostración.)

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- 0 Pierde el equilibrio mientras da el paso o está de pie.
- 1 Necesita ayuda para dar el paso, pero aguanta 15 segundos.
- 2 Capaz de dar un pasito sin ayuda y aguantar 30 segundos.
- 3 Capaz de poner un pie delante del otro sin ayuda y aguantar 30 segundos.
- 4 Capaz de colocar los pies en tándem sin ayuda y aguantar 30 segundos.

14. *Monopedestación.

Instrucciones: «Permanezca de pie sobre una sola pierna todo lo que pueda sin apoyarse en nada».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- 0 Incapaz de intentarlo o necesita ayuda para no caerse.
- 1 Intenta levantar la pierna; es incapaz de aguantar 3 segundos, pero se mantiene de pie sin ayuda.
- 2 Capaz de levantar la pierna sin ayuda y aguantar 3 segundos.
- 3 Capaz de levantar la pierna sin ayuda y aguantar 5 a 10 segundos.
- 4 Capaz de levantar la pierna sin ayuda y aguantar más de 10 segundos.

Puntuación total /56

Nota. Practicar sólo 6 ítems de los 14 (*) en la versión modificada de la escala. La puntuación máxima de la versión modificada es 36 puntos.

De *FallProof* de Debra J. Rose, 2003, Champaign, IL: Human Kinetics. Reproducido de Berg, 1992.

ANEXO 4: Escala de Confianza y Equilibrio en actividades específicas (ABC). Fuente: (42).

Actividades de la escala de equilibrio

Para cada una de las siguientes actividades, por favor indique su nivel de confianza en sí mismo trazando un círculo, donde 0% es "desconfianza" y 100% es "totalmente confidente."

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%
Desconfianza Totalmente Confidente

¿Cuán confiado se siente usted de no perder su balance o sentirse inestable cuando usted....

1) ...camina alrededor de la casa?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

2) ...sube o baja las escaleras?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

3) ...se agacha para recoger un zapato enfrente de un armario?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

4) ...trata de alcanzar una lata pequeña de un estante a la altura de los ojos?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

5) ...se para de puntillas para alcanzar algo arriba de su cabeza?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

6) ...se sube en una silla para alcanzar algo?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

7) ...barre el piso?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

8) ...sale de la casa y camina hasta un coche estacionado en la entrada?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

9) ...entra o sale de un coche?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

10) ...camina a través de un estacionamiento en el centro comercial?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

11) ...sube o baja una rampa?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

12) ...camina en un centro comercial abarrotado donde la gente le pasa rápidamente?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

13) ...es golpeado por otras personas mientras usted camina por el centro comercial?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

14) ...sube o baja una escalera mecánica mientras usted se agarra de la barandilla?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

15) ...sube o baja una escalera mecánica mientras usted agarra paquetes tal que no pueda agarrar la barandilla?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

16) ...camina afuera en aceras heladas?

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

Adapted from Powell LE & Meyers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. Journal of Gerontology Med Sci 1995; 50(1); M28-34.

ANEXO 5: Escala de medida de Independencia Funcional (FIM). Fuente: (43).

Escala de Medida de Independencia Funcional (FIM)

Nombre y Apellido:

Run :

FIM Total	Dominio	Categorías	Puntaje
126 puntos	Motor 91 puntos	Autocuidado	
		1. Alimentación	
		2. Arreglo personal	
		3. Baño	
		4. Vestido hemicuerpo superior	
		5. Vestido hemicuerpo inferior	
		6. Aseo perineal	
		Control de esfínteres	
		7. Control de vejiga	
		8. Control de intestino	
		Movilidad	
		9. Traslado de la cama a silla o silla de ruedas	
		10. Traslado al baño	
	11. Traslado en bañera o ducha		
	Ambulación		
	12. Caminar/desplazarse en silla de ruedas		
	13. Subir y bajar escaleras		
	Cognitivo 35 puntos	Comunicación	
14. Comprensión			
15. Expresión			
Conocimiento social			
16. Interacción social			
		17. Solución de problemas	
		18. Memoria	
Total			

Cada ítem será puntuado de 1 a 7 de la siguiente manera

Grado de dependencia	Nivel de funcionalidad
Sin ayuda	7. Independencia completa 6. Independencia modificada
Dependencia modificada	5. Supervisión 4. Asistencia mínima (mayor del 75% de independencia) 3. Asistencia moderada (mayor del 50% de independencia)
Dependencia completa	2. Asistencia máxima (mayor del 25% de independencia) 1. Asistencia total (menor del 25% de independencia)

Hemicuerpo: cada una de las dos partes en las que se divide el cuerpo; puede ser superior, inferior; derecha e izquierda.

Perineal: pelvis

ANEXO 6: Cuestionario SF-36. Fuente: (44).



CUESTIONARIO DE SALUD SF-36

Marque una sola respuesta

- 1) En general, usted diría que su salud es:
 - a. Excelente
 - b. Muy buena
 - c. Buena
 - d. Regular
 - e. Mala

- 2) ¿Cómo diría que es su salud actual, comparada con la de hace un año?
 - a. Mucho mejor ahora que hace un año
 - b. Algo mejor ahora que hace un año
 - c. Más o menos igual que hace un año
 - d. Algo peor ahora que hace un año
 - e. Mucho peor ahora que hace un año

Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal

- 3) Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos intensos, tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 4) Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de una hora?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 5) Su salud actual, ¿le limita para coger o llevar la bolsa de la compra?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 6) Su salud actual, ¿le limita para subir varios pisos por la escalera?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 7) Su salud actual, ¿le limita para subir un solo piso por la escalera?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 8) Su salud actual, ¿le limita para agacharse o arrodillarse?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 9) Su salud actual, ¿le limita para caminar un kilómetro o más?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 10) Su salud actual, ¿le limita para caminar varias manzanas (varios centenares de metros)?
- Sí, me limita mucho
 - Sí, me limita un poco
 - No, no me limita nada
- 11) Su salud actual, ¿le limita para caminar una sola manzana (unos 100 metros)?
- Sí, me limita mucho
 - Sí, me limita un poco
 - No, no me limita nada
- 12) Su salud actual, ¿le limita para bañarse o vestirse por sí mismo?
- Sí, me limita mucho
 - Sí, me limita un poco
 - No, no me limita nada

Las siguientes preguntas se refieren a problemas en su trabajo o en sus actividades diarias

- 13) Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas a causa de su salud física?
- Sí
 - No
- 14) Durante las últimas 4 semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer, a causa de su salud física?
- Sí
 - No
- 15) Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que dejar de hacer algunas tareas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?
- Sí
 - No
- 16) Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo dificultad para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal), a causa de su salud física?
- Sí
 - No
- 17) Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?
- Sí
 - No
- 18) Durante las últimas 4 semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?
- Sí
 - No
- 19) Durante las últimas 4 semanas, ¿no hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?
- Sí
 - No
- 20) Durante las últimas 4 semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?
- Nada
 - Un poco
 - Regular
 - Bastante
 - Mucho

- 21) ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?
- a. No, ninguno
 - b. Sí, muy poco
 - c. Sí, un poco
 - d. Sí, moderado
 - e. Sí, mucho
 - f. Sí, muchísimo
- 22) Durante las últimas 4 semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?
- a. Nada
 - b. Un poco
 - c. Regular
 - d. Bastante
 - e. Mucho

Las siguientes preguntas se refieren a cómo se ha sentido y como le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta, responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted.

- 23) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió lleno de vitalidad?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca
- 24) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo estuvo muy nervioso?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca
- 25) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca
- 26) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió calmado y tranquilo?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca
- 27) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo tuvo mucha energía?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca

- 28) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió desanimado y triste?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca
- 29) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió agotado?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca
- 30) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió feliz?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca
- 31) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió cansado?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca
- 32) Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a amigos o familiares)?
- a. Siempre
 - b. Casi siempre
 - c. Muchas veces
 - d. Algunas veces
 - e. Sólo alguna vez
 - f. Nunca

Por favor, diga si le parece cierta o falsa cada una de las siguientes frases

- 33) Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas
- a. Totalmente cierta
 - b. Bastante cierta
 - c. No lo sé
 - d. Bastante falsa
 - e. Totalmente falsa
- 34) Estoy tan sano como cualquiera
- a. Totalmente cierta
 - b. Bastante cierta
 - c. No lo sé
 - d. Bastante falsa
 - e. Totalmente falsa

- 35) Creo que mi salud va a empeorar
- a. Totalmente cierta
 - b. Bastante cierta
 - c. No lo sé
 - d. Bastante falsa
 - e. Totalmente falsa

- 36) Mi salud es excelente
- a. Totalmente cierta
 - b. Bastante cierta
 - c. No lo sé
 - d. Bastante falsa
 - e. Totalmente falsa

ANEXO 7: Escalas subjetivas de percepción de intensidad. Escala Borg. Fuente: (45).
 Escala RPE (modificada). Fuente: (46).

ESCALA DE ESFUERZO DE BORG	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Esfuerzo máximo

Escala modificada	
0	Nulo
0,5	Apenas perceptible
1	Muy ligero
2	Ligero
3	Moderado
4	Algo pesado
5	Pesado (duro)
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Extremadamente duro
	*máximo

ANEXO 8: Consentimiento informado de Fisioterapia General. Hoja de información y Consentimiento informado modificada al estudio aplicado. Fuente (47).

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE DE LA INVESTIGACIÓN

INTRODUCCIÓN

Esta documentación ha sido elaborada conforme a las previsiones contenidas en la Ley General de Sanidad (14/1986 de 25 de Abril) y la Ley 41/2002 de 14 de Noviembre, reguladora ésta última de los derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

RESUMEN DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Aquellos pacientes que presentan marcha atáxica padecen principalmente problemas en el equilibrio que acaban generando un mayor riesgo de caídas y grandes limitaciones en la realización de las actividades diarias.

Hasta el momento son escasas las vías de tratamiento físico existentes para el abordaje de estos síntomas, aunque se presentan dos (equilibrio y marcha) que generan beneficiosos resultados para el paciente, en lo que a funcionalidad se refiere.

El programa de investigación será llevado a cabo por dos grupos de sujetos, diferenciados por el tipo de entrenamiento a realizar. Esta división y asignación será aleatoria y cegada, es decir, los pacientes desconocerán, durante todo el estudio, a qué grupo pertenecen. Dichos entrenamientos estarán siendo monitorizados de manera individual y controlada por profesionales.

Por último, se determina que, a los pacientes que pertenezcan al grupo cuyos resultados sean menores, se les aplicará el entrenamiento que mejores resultados genere.

EFFECTOS BENEFICIOSOS ESPERADOS

- Aumento del equilibrio, que se podrá ver traducido en la mejora de reacciones generadas frente a diversos estímulos.
- Aumento de la velocidad de la marcha.
- Reducción en el nivel de riesgo de caídas existente, que reflejará un aumento de confianza en el propio paciente.
- Aumento de la funcionalidad y, así, de manera global en la calidad de vida del paciente.

CONTRAINDICACIONES

- Sujetos con historia de ictus o problema vascular cerebral.
- Sujetos con ataxia aferente (sensitiva).
- Sujetos que padezcan algún factor coadyuvante como alteraciones neurológicas, problemas cognitivos o problemas visuales...
- Sujetos que presenten inestabilidad a nivel de medicación.
- Sujetos que sean incapaces de andar por sí mismos o con ayuda.
- Sujetos que sean incapaces o no les sea permitido realizar ejercicio.

INDICACIONES DE CESE DEL PROGRAMA

- Experimentar efectos adversos: mareos, náuseas o malestar.
- Incapacidad de realizar el programa de entrenamiento o aparición de comorbilidades adversas como déficits sensitivos, alteraciones visuales.
- Debilidad muscular, desequilibrios, inestabilidad o calambres.
- Consideración por parte del equipo de fisioterapeutas de la imposibilidad del paciente de continuar con el programa.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Tiene derecho tanto a prestar consentimiento para su tratamiento con información previa, así como a consentir sin recibir información y a retirar su consentimiento tanto en momentos previos o durante la realización de la técnica.

El estudio ha sido aprobado por un comité de ética y cumple con los principios de la declaración de Helsinki de estudios con personas. Todos los datos recogidos serán tratados de manera que se garantice la protección de datos conforme a la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos (LOPD) y su Reglamento de desarrollo aprobado por el Real Decreto 1720/2007 de 21 de diciembre.

PACIENTE

D/Dña. _____ con DNI _____

He leído la información que ha sido explicada anteriormente. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre mi valoración y tratamiento. Firmando abajo consiento que se me aplique el tratamiento que se me ha explicado de forma suficiente y comprensible.

Entiendo que tengo el derecho de rehusar parte o todo el tratamiento en cualquier momento. Entiendo mi plan de tratamiento y consiento en ser tratado por un fisioterapeuta colegiado.

Declaro no encontrarme en ninguno de los casos de los criterios de exclusión especificados en este documento.

Declaro haber facilitado de manera legal y verdadera los datos sobre estado físico y salud de mi persona que pudiera afectar a los tratamientos que se me van a realizar.

Asimismo, decido, dentro de las opciones clínicas disponibles, dar mi conformidad libre, voluntaria y consciente a los tratamientos que se me han informado.

Le informamos que sus datos personales serán tratados por _____ con la finalidad de gestionar la investigación en curso, con la licitud del consentimiento otorgado por usted. Los datos serán conservados únicamente según lo establecido en la legalidad vigente. No se cederán datos a terceras empresas, el tratamiento y publicación de los datos serán de carácter anónimo. Puede ejercer los derechos de acceso, rectificación, limitación, portabilidad, supresión y oposición de sus datos en _____ y de reclamación en www.aepd.es.

En _____, a _____ de _____ de 20 _____.