



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

## GRADO EN FISIOTERAPIA

### **“Entrenamiento/utilización de tareas duales en pacientes con ataxia cerebelosa: una revisión sistemática.”**

“Training/use of dual tasks in patients with cerebellar ataxia: a systematic review.”

“Adestramento/utilización de tarefas duais en pacientes con ataxia cerebelosa: unha revisión sistemática.”



Facultade de  
Fisioterapia

**Estudiante:** D. Javier González Sampedro

**DNI:** 44658835B

**Director/a:** Profa. Susana Viñas Diz

**Convocatoria:** Junio 2023

## ÍNDICE

1. Resumen.....	5
1. Abstract.....	6
1. Resumen.....	7
2. Introducción.....	8
2.1 Tipo de trabajo.....	8
2.2 Motivación personal.....	8
3. Contextualización.....	9
3.1 Antecedentes.....	9
3.2 Justificación del trabajo.....	14
4. Objetivos.....	16
4.1 Pregunta de investigación.....	16
4.2 Objetivos.....	16
4.2.1 General.....	16
4.2.2 Específicos.....	16
5. Metodología.....	16
5.1 Fecha y bases de datos.....	16
5.2 Criterios de selección.....	17
5.3 Estrategia de búsqueda.....	17
5.4 Gestión de la bibliografía localizada.....	19
5.5 Variables de estudio.....	22
6. Resultados.....	22
7. Discusión.....	37
8. Conclusiones.....	43
9. Bibliografía.....	45
10. Anexos.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estrategias de búsqueda .....	17
Tabla 2. Diagrama de flujo .....	21
Tabla 3. Protocolos de evaluación o intervención.....	27
Tabla 4. Variables de estudio e instrumentos de medida.....	33
Tabla 5. Nivel de evidencia y grado de recomendación.....	36
Tabla 6. Calidad metodológica.....	37

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Representación del cerebelo .....	11
Figura 2. Mapeo del cerebelo humano .....	12

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

<b>ABC</b>	Escala de Confianza en el Equilibrio para Actividades Específicas
<b>AC</b>	Ataxia cerebelosa
<b>BBS</b>	Escala de equilibrio de Berg
<b>CIBT</b>	Cognitive-coupled intensive balance training
<b>DT</b>	Tareas duales
<b>DTC</b>	Costo de la tarea dual
<b>ECA</b>	Ensayo clínico aleatorizado
<b>ECC</b>	Ensayo clínico controlado
<b>FES-1</b>	Escala de eficacia de caídas
<b>FGA</b>	Evaluación funcional de la marcha
<b>FIM</b>	Medida de Independencia Funcional
<b>FSST</b>	Four Square Step Test
<b>FXTAS</b>	Síndrome del temblor/ataxia X frágil

---

<b>ICARS</b>	Escala de Calificación de Ataxia Cooperativa Internacional
<b>LOS</b>	Límites de estabilidad
<b>MMSE</b>	Mini Examen del Estado Mental
<b>MoCA</b>	Evaluación cognitiva de Montreal
<b>PM</b>	Premutación
<b>RM</b>	Resonancia magnética
<b>SARA</b>	Escala para la evaluación y calificación de la ataxia
<b>SARAbal</b>	Subcomponentes del equilibrio SARA
<b>SLT</b>	Apoyo a una pierna
<b>SN</b>	Sistema nervioso
<b>SOT</b>	Prueba de organización sensorial
<b>TFG</b>	Trabajo de Fin de Grado
<b>TO</b>	Temblor ortostático primario
<b>TS</b>	Prueba de apoyo en tándem
<b>TUG</b>	Timed Up and Go
<b>2MWT</b>	Prueba de dos minutos marcha

---

# 1. RESUMEN

## Introducción

La ataxia cerebelosa, es una enfermedad neurodegenerativa que implica un amplio conjunto de síntomas, aunque clásicamente es definida como un trastorno del movimiento, el avance que ha experimentado la ciencia en los últimos años ha permitido la realización de numerosos estudios que relacionan sólidamente el cerebelo con procesos cognitivos. Es por este motivo, por el cual surge el paradigma de las tareas duales, un abordaje caracterizado por la ejecución de dos actividades diferentes al mismo tiempo, generalmente una tarea cognitiva y una tarea motora.

## Objetivo

Identificar y analizar los efectos del entrenamiento/utilización de las tareas duales, en los síntomas presentes en pacientes con ataxia cerebelosa.

## Material y método

Se ha llevado a cabo una revisión sistemática consultando cinco bases de datos: Pubmed, Scopus, Cochrane, Web of Science (WOS) y PEDro. Se incluyeron en la búsqueda ensayos clínicos, ensayos clínicos controlados, ensayos clínicos aleatorizados, metaanálisis, revisiones sistemáticas, y revisiones, publicados entre 2013-2023, en los que se utilicen las tareas duales en el abordaje de los síntomas presentes en la ataxia cerebelosa, bien sea como intervención o evaluación.

## Resultados

Finalmente se han seleccionado un total de 12 artículos, los cuales cumplían los criterios de inclusión establecidos: 9 ensayos clínicos controlados, 2 ensayos clínicos y 1 revisión sistemática. En cómputo global, estos artículos presentaron buen nivel de evidencia y grado de recomendación, pero la calidad metodológica de los mismos es mejorable. Las variables de estudio estaban relacionadas con la marcha, el costo de las tareas duales, el equilibrio, y control postural. El objetivo, y la manera de aplicar las tareas duales fue muy heterogéneo en los estudios analizados.

## Conclusiones

La bibliografía analizada muestra que no hay un protocolo de evaluación ni de intervención específico y que, las tareas duales tienen repercusiones negativas sobre el rendimiento motor de estos sujetos. Sin embargo, existe suficiente evidencia anatómica y fisiológica que respalda la utilización de las tareas duales como recurso terapéutico, y el cerebelo, podría mediar la automatización de ciertas actividades, mejorando el costo de la tarea dual.

## Palabras clave

Ataxia cerebelosa, cerebelo, tareas duales.

## 1. ABSTRACT

### Background

Cerebellar ataxia is a neurodegenerative disease that involves a wide range of symptoms, although it is classically defined as a movement disorder, the progress that science has experienced in recent years has allowed numerous studies to associate the cerebellum with cognitive processes. This is why the dual-task paradigm emerges, an approach characterized by the simultaneous execution of two different activities, usually a cognitive task and a motor task.

### Objective

To identify and analyze the effects of training/ use of dual tasks on the symptoms present in patients with cerebellar ataxia.

### Methods

A systematic review was conducted by consulting five different databases: Pubmed, Scopus, Cochrane, Web of Science (WOS), and PeDro. The search included clinical trials, controlled clinical trials, randomized clinical trials, meta-analysis, systematic reviews, and reviews, published between 2013 and 2023, which utilized dual tasks in addressing the symptoms present in cerebellar ataxia, either as intervention or evaluation.

### Outcomes

12 articles were finally selected, that met the established inclusion criteria: 9 controlled clinical trials, 2 clinical trials and 1 systematic review. These articles presented a good level of evidence and recommendation grade, but their methodological quality needs an improvement. The study variables were related to gait, dual task cost, balance, and postural control. The objective, and the ways of applying the dual tasks were very heterogeneous in the analyzed studies.

### Conclusions

The analyzed literature shows that there is no specific evaluation or intervention protocol, and that dual tasks have negative repercussions on the motor performance of these patients. However, there is enough anatomical and physiological evidence to support the use of dual tasks as a therapeutic resource, and the cerebellum could mediate the automation of certain activities, improving the cost of dual task performance.

### Keywords

Cerebellar ataxia, cerebellum, dual tasks.

# 1. RESUMO

## Introdución

A ataxia cerebelosa, é unha enfermidade neurodegenerativa que supón un amplo conxunto de síntomas, e, aínda que clásicamente defínese como un trastorno do movemento, o progreso que experimentou a ciencia nos últimos anos permitiu realizar numerosos estudos que relacionan con seguridade e firmeza o cerebelo con procesos cognitivos. É precisamente por todo isto que xorde o paradigma das tarefas duais, un enfoque caracterizado pola execución de dúas actividades diferentes ao mesmo tempo, xeralmente, unha tarefa cognitiva e outra motora.

## Obxectivo

Identificar e analizar os efectos do adestramento/ utilización das tarefas duais nos síntomas presentes nos pacientes con ataxia cerebelosa.

## Material e método

Levouse a cabo unha revisión sistemática mediante a consulta de cinco bases de datos diferentes: Pubmed, Scopus, Cochrane, Web of Science (WOS), e PeDro. A búsqueda incluíu: ensaios clínicos, ensaios clínicos controlados, ensaios clínicos aleatorizados, metaanálises, revisións sistemáticas, e revisións, publicados entre 2013 e 2023, nos que se empregan as tarefas duais para abordar a sintomatoloxía presenta na ataxia cerebelosa, ben sendo como intervención, ou como avaliación.

## Resultados

Finalmente, seleccionáronse un total de 12 artigos que cumpriron cos criterios de inclusión que se estableceron: 9 ensaios clínicos controlados, 2 ensaios clínicos e 1 revisión sistemática. En líneas xerais, estes artigos presentaron un bo nivel tanto de evidencia coma de grao de recomendación, mais a calidade metodolóxica podería ser mellor. Cabe destacar que as variables de estudo estiveron relacionadas coa marcha, co custo da tarefa dual, co equilibrio e co control postural. O obxectivo, e a forma de aplicar as tarefas duais foi moi heteroxéneo nos estudos analizados.

## Conclusións

A bibliografía analizada mostra que non hai un protocolo específico de avaliación ou intervención, e que as tarefas duais teñen repercusións negativas no rendemento motor de estes individuos. Non obstante, existe evidencia anatómica e fisiolóxica dabondo que respalda a utilización das tarefas duais como recurso terapéutico, e o cerebelo podería mediar a automatización de certas actividades, mellorando o custo da tarefa dual.

## Palabras chave

Ataxia cerebelosa, cerebelo, tarefas duais.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 TIPO DE TRABAJO

La modalidad de trabajo seleccionada ha sido una revisión bibliográfica sistemática.

A continuación, se define este tipo de trabajo, pero antes, nos situaremos en contexto hablando de cómo surge la medicina basada en la evidencia, y cómo este nuevo paradigma en la ciencia conlleva la creación de las bases de datos.

La medicina basada en la evidencia surge de la mano de Gordon Guyatt <sup>1</sup>. Este enfoque considera fundamental que el clínico lleve a cabo sus intervenciones realizando un proceso de pensamiento que combine, tanto la experiencia clínica, como la evidencia científica. Las bases de datos son las que van a almacenar toda la información que sustentará la segunda parte de este proceso, y se empiezan a elaborar, precisamente, debido a la necesidad de trabajos controlados en el campo médico, de esta forma surgen las primeras revisiones sistemáticas de trabajos controlados y randomizados <sup>2</sup>.

Una revisión sistemática, según Manterola et al.<sup>3</sup> (2013), se considera un artículo en el que se sintetiza la evidencia disponible con respecto a un tema en particular, realizando una revisión de aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios.

### 2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL

La motivación personal que me lleva a realizar este trabajo surge durante todos estos años de carrera gracias a las asignaturas que abordan el funcionamiento del sistema nervioso (SN), así como también la intervención fisioterapéutica en personas con patologías neurológicas. Todo este tiempo he sentido un especial interés por conocer más sobre cómo se organiza el movimiento humano y cuáles son las estructuras implicadas.

Aunque tenía claro que mi Trabajo de Fin de Grado (TFG) iba a estar orientado hacia este ámbito de la Fisioterapia, el cual considero muy interesante y satisfactorio, hasta hace poco no me decidí por la temática definitiva. La decisión la he tomado este segundo cuatrimestre, ya que he tenido la oportunidad de abordar a varios pacientes con afectaciones cerebelosas en uno de los centros donde he realizado las prácticas clínicas. Durante este tiempo, he podido apreciar las dificultades que tienen para desenvolverse en su día a día, así como también los síntomas tan característicos que presentan, aspectos que han llamado mi



atención. Todo esto, unido a mi curiosidad por conocer el papel que juega el cerebelo en el SN hizo que, finalmente, me decantase por enfocar mi TFG a la ataxia cerebelosa (AC).

He decidido escoger como intervención, la utilización de las tareas duales (DT) en pacientes con AC o con síntomas cerebelosos, puesto que es un tipo de intervención/abordaje poco conocido, o por lo menos del que se nos ha hablado poco a lo largo de estos años de formación académica, y en el que me interesaba profundizar más. Además, muchos de los fisioterapeutas del centro del que hablaba anteriormente lo integran en sus sesiones por decisión conjunta con los neuropsicólogos, considerando que puede aportar grandes beneficios a la funcionalidad de los usuarios, ya que, muchas de las situaciones en las cuales los pacientes con AC tienen un mayor riesgo de caída en su día a día, son precisamente, cuando tienen dos demandas atencionales al mismo tiempo. Este modelo de razonamiento, centrado tanto en la independencia del paciente, como en la necesidad e importancia de proponerle al mismo la realización de ejercicios en clínica que simulen situaciones que se le pueden dar en su entorno, ha despertado en mí muchas ganas de indagar e investigar sobre cómo la Fisioterapia está incluyendo en sus intervenciones y/o evaluaciones este entrenamiento y enfoque, así como también qué grado de evidencia existe sobre el mismo.

### **3. CONTEXTUALIZACIÓN**

En este apartado, hablaremos sobre tres aspectos fundamentales del trabajo que debemos conocer a fondo para la comprensión del mismo, abordaremos: el cerebelo, la AC, y, además, trataremos de detallar explícitamente en qué consisten las intervenciones basadas en el uso de DT, y comentar qué pueden aportar al campo de la Fisioterapia.

#### **3.1 ANTECEDENTES**

##### **3.1.1 CEREBELO**

El cerebelo ha sido objeto de estudio desde hace más de 200 años, desde entonces, y gracias a los avances en el campo de la medicina, no se han dejado de conocer nuevas actividades/funciones en las que parece estar implicado. A continuación, nos centramos en explicar cómo ha ido evolucionando la evidencia científica sobre esta estructura tan compleja e interesante.

La función del cerebelo se empieza a estudiar en animales en el siglo XIX de la mano de Jean Marie Pierre Florens, un fisiólogo y médico francés considerado una de las figuras más

importantes en lo que a función cerebral se refiere, este investigador observa el siguiente aspecto: al extirpar el cerebelo en aves, se produce una imposibilidad para volar debido a la pérdida de coordinación <sup>4</sup>. Además, y siguiendo la misma línea de investigación, Austin Flint define el cerebelo en este momento como “el centro que preside el equilibrio y la coordinación muscular general” <sup>5</sup>. Más tarde, a principios del siglo XX, sigue habiendo un gran interés por realizar investigaciones sobre esta estructura. El neurólogo Gordon Holmes, analiza los síntomas de lesiones cerebelosas agudas causadas por heridas de bala, entre los síntomas más destacables cita el temblor, la lentitud, o la falta de coordinación en el movimiento. Asimismo, menciona que esta sintomatología varía según la localización de la lesión<sup>6</sup>. Este neurólogo también estudia la degeneración cerebelosa a consecuencia de factores familiares, destacando como déficits principales en estos sujetos la descoordinación, y la incapacidad del sistema muscular para trabajar de forma conjunta y eficaz, considerando que también es probable que haya vías eferentes y aferentes dañadas <sup>7</sup>. A través de los trabajos de Gordon Holmes y de otros, realizados hacia mediados del siglo XX, se empieza a demostrar de forma muy consolidada que el cerebelo se relaciona directamente con regiones cerebrales implicadas en el movimiento, mediante las vías cerebro-cerebelares, de las que posteriormente hablaremos<sup>8</sup>. Es en la década de 1980, cuando Henrietta Leiner vincula esta estructura con las siguientes tareas: aprendizaje, planificación del movimiento, estimación de la duración de intervalos temporales, y aspectos emocionales y de procesamiento cognitivo. Además, considera que las proyecciones que presenta el cerebelo con áreas motoras frontales podrían ser las encargadas de mediar las habilidades motrices. Por su parte, las redes nerviosas que unen el cerebelo con las áreas de asociación adyacentes de la corteza prefrontal, serían las responsables de la influencia de este en funciones cognitivas. Asimismo, la conexión que presenta el cerebelo con el área de Broca, podría hacer que este participe en el lenguaje <sup>9</sup>. A finales de esta década, y gracias a los estudios de neuroimagen funcional, se confirma que el cerebelo no participa sólo en funciones motoras<sup>10</sup>.

El interés por averiguar más a fondo el papel que jugaba el cerebelo en la cognición siguió haciéndose notar en la comunidad científica, y en 1988 de la mano de Petersen, se realiza un estudio de neuroimagen donde se mide la función cerebral con la intención de conocer cómo se procesan las palabras, la conclusión a la que llegó su equipo es la siguiente: al producir palabras surge una activación neuronal importante en el hemisferio lateral derecho<sup>11</sup>. Además, numerosos trabajos a finales del siglo XX, han demostrado con mucha rigurosidad la asociación del cerebelo con zonas de la corteza prefrontal que se relacionan directamente con redes cognitivas, confirmando las hipótesis que anteriormente había hecho Henrietta Leiner<sup>12</sup>. Por tanto, en la actualidad, el cerebelo se considera una estructura del SN central relacionada directamente con la corteza cerebral, el tronco del encéfalo, y la médula espinal.

Este, participa en el control del movimiento, pero también se ha demostrado su implicación en procesos cognitivos y ejecutivos<sup>13</sup>. Además, es fundamental para el aprendizaje de habilidades motoras y de conductas complejas dirigidas a objetivos<sup>14</sup>. Está formado por 5 tipos de neuronas: las células de Purkinje, las células estrelladas, las células en cesta, las células de Golgi, y las células granulares. Recibe información somatosensorial, acústica, vestibular, y visual, así como también información procedente de la corteza cerebral, de otros centros motores espinales y del tronco del encéfalo<sup>15</sup>.

Según D'Angelo et al.<sup>13</sup> (2018), el cerebelo se puede dividir en tres zonas principales, las cuales presentan diferentes papeles: el lóbulo floculonodular (anterior e inferior) que está relacionado con tareas vestibulo-oculares, el vermis (medial) que tiene un rol en el procesamiento motor y multisensorial, y los dos hemisferios (lateral) que son responsables de la coordinación sensitivo-motora compleja y de las funciones ejecutivas. El cerebelo, además, es una estructura que se encuentra plegada, formada por distintas circunvoluciones lamelares que se organizan de forma transversal, estas se encuentran en el vermis y se enumeran del I al X, y desde ahí se extienden hacia los hemisferios cerebelosos.

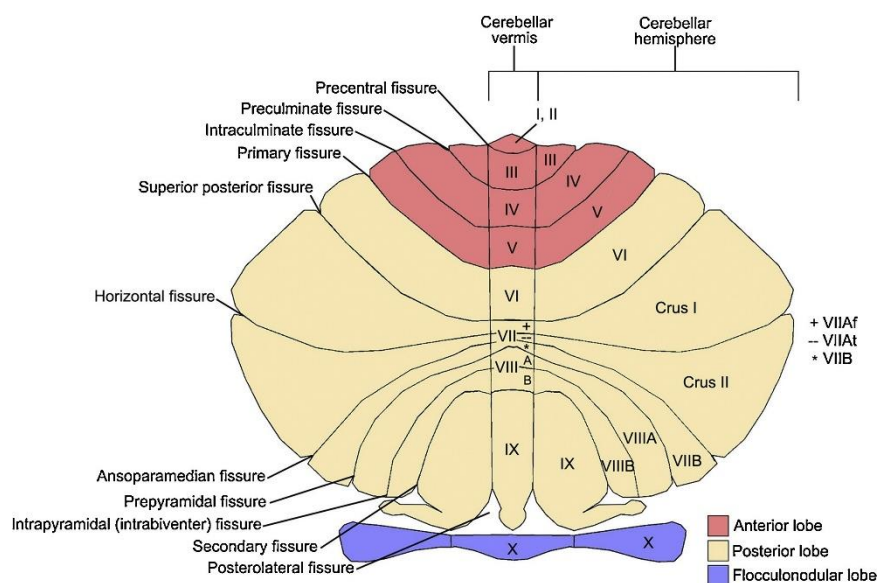


Figura 3. Representación del cerebelo<sup>16</sup>

Las entradas que recibe el cerebelo provienen de la corteza cerebral a través de los núcleos pontinos anteriores, del tronco encefálico a través de los colículos, núcleos vestibulares, formación reticular, y la oliva inferior, y de la médula espinal debido a los tractos espinocerebelosos dorsal y ventral. Por su parte, las salidas del cerebelo, se dirigen a los

núcleos cerebelosos profundos, y estos a su vez, presentan proyecciones a núcleos del tronco encefálico y a la corteza cerebral a través del tálamo <sup>13</sup>.

La figura 2 ha sido descrita por Buckner, en ella se muestra la relación del cerebelo con otras áreas cerebrales. Como se puede ver, se encuentra íntimamente relacionado con la corteza de asociación cerebral, con áreas encargadas del control ejecutivo (en color naranja), con la red predeterminada, también llamada red de asociación límbica (en color rojo), y con áreas somato-motoras (en color azul) <sup>10</sup>.

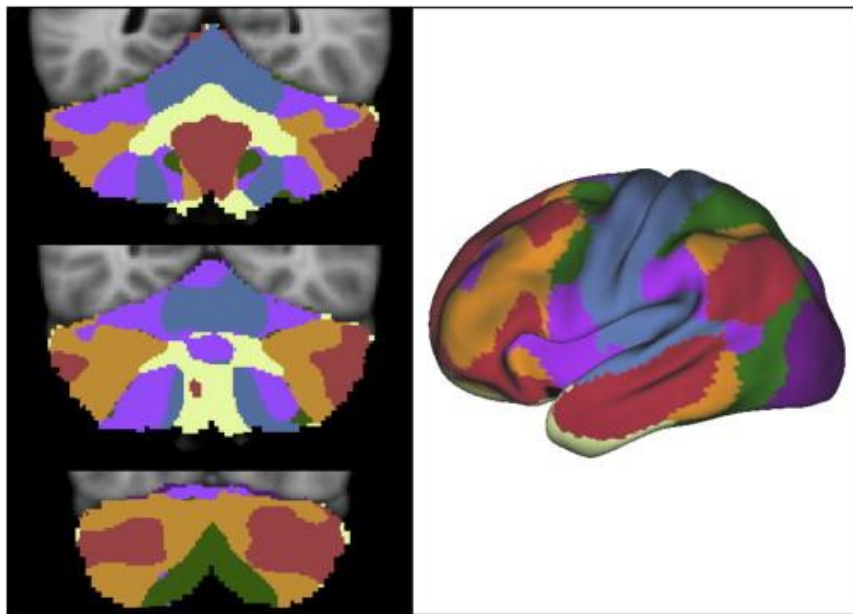


Figura 4. Mapeo del cerebelo humano <sup>10</sup>

Además, gracias a técnicas de resonancia magnética (RM), se ha apreciado que diferentes partes de nuestro cuerpo: concretamente las manos, los pies y la lengua, tienen su debida representación en el cerebelo <sup>17</sup>. Las redes neuronales motoras y cognitivas del cerebelo actúan conjuntamente, sobre todo en procesos de aprendizaje motor. Es precisamente este motivo, por el cual cuando una persona realiza un movimiento en reiteradas ocasiones, el cerebelo gracias a un modelo interno de funcionamiento y debido precisamente a esa retroalimentación sensitiva que recibe repetidamente, es capaz de llevar a cabo dicha acción de forma muy eficiente. El cerebelo tiene un papel clave en la automatización de secuencias motoras <sup>18</sup>.

### 3.1.2. ATAXIA CEREBELOSA

Después de haber contextualizado las funciones que ejerce el cerebelo, y haber hecho una pequeña síntesis de lo que ha sido su estudio a lo largo de tantos años, como es evidente, resulta de vital importancia hablar de la patología que vamos a abordar en este TFG, la **AC**.

Las AC, se definen como un conjunto de trastornos neurodegenerativos. A gran escala, la AC, se divide en dos grandes grupos: **ataxias cerebelosas esporádicas** y **ataxias cerebelosas hereditarias**.

-**Ataxias cerebelosas esporádicas**: se dividen en sintomáticas e idiopáticas, son producidas por una gran heterogeneidad de factores. Las ataxias esporádicas sintomáticas pueden deberse a lesiones estructurales, consumo de tóxicos como el alcohol o las drogas, déficits en el sistema endocrino, procesos de malabsorción a consecuencia de enfermedades celíacas, síndromes paraneoplásicos, y enfermedades que afecten a la mielina o enfermedades inflamatorias. Las ataxias esporádicas idiopáticas, son la atrofia multisistémica, y la ataxia cerebelosa idiopática de inicio tardío.

-**Ataxias cerebelosas hereditarias**, se dividen en tres grandes grupos: ataxias cerebelosas autosómicas dominantes (formadas mayoritariamente por ataxias espinocerebelosas), ataxias cerebelosas autosómicas recesivas (trastornos neurodegenerativos raros), y ataxias cerebelosas ligadas al cromosoma X, entre estas últimas destacamos el síndrome del temblor/ ataxia X frágil (FXTAS), esta AC se debe a una premutación (PM) en el gen del retraso mental 1 frágil-X, lo cual supone que exista una expansión repetida de CGG, de 55 a 200 repeticiones, en el momento en el que exista una mutación completa, es decir, que haya más de 200 repeticiones, aparece el síndrome de X frágil. Las ataxias hereditarias se deben a alteraciones en genes o proteínas específicas <sup>19</sup>.

La prevalencia de las AC es difícil de determinar por la propia naturaleza de la patología, puesto que abarca muchos subtipos, de hecho a día de hoy todavía se siguen haciendo propuestas para su clasificación <sup>20</sup>. La prevalencia de las ataxias cerebelosas autosómicas dominantes y recesivas es bastante baja, por lo general de 1 a 5 personas de cada 100.000 habitantes. Se inician a diferentes edades, y en algunas hay presencia de sintomatología cognitiva <sup>20,21</sup>.

Pese a la variedad de manifestaciones clínicas que existen, debido precisamente a la amplia cantidad de subtipos de AC que hay, esta patología es considerada principalmente un trastorno motor, el cual puede tener repercusiones en un amplio abanico de funciones, como por ejemplo la forma de caminar, el equilibrio, el movimiento de las extremidades, o el control

oculomotor, pero además, también puede afectar a aspectos cognitivos e inclusive emocionales, como ya con anterioridad hemos dicho. Según Jonathan Marsden et al.<sup>21</sup> (2018), los síntomas y signos más comunes de la AC son los siguientes:

- En caso de que haya una afectación oculomotora, serán: movimientos sacádicos dismétricos, y persecución suave “sacádica”.
- Por su parte, si aparecen síntomas en las extremidades, se manifiesta: dismetría, temblor, disinergia, y disdiadococinesia.
- En cuanto al equilibrio y la marcha, los desórdenes más comunes son: titubeos, aumento del balanceo postural e inestabilidad durante movimientos voluntarios. Es precisamente en estos desórdenes donde más se va a actuar desde la Fisioterapia, pudiendo utilizar como recurso terapéutico las DT.

En función de la zona afectada, como es evidente, los síntomas y signos que nos encontramos pueden ser muy distintos, Timmann et al.<sup>22</sup> (2009), después de realizar un estudio de mapeo de lesiones, establecen lo siguiente:

- Afectación del vermis: se manifiesta una afectación del equilibrio y la marcha, y presencia de movimientos oculares sacádicos dismétricos. Se debe a una lesión en las vías neuronales que conectan el cerebelo con el tronco del encéfalo.
- Afectación en los hemisferios laterales cerebelosos: se manifiestan anomalías en los movimientos de las extremidades homolaterales a la lesión. Suelen generarse por lesión en las redes nerviosas que unen el cerebelo con el córtex motor contralateral mediante el tálamo intermedio ventral.
- Afectación del lóbulo floculonodular: aparece una alteración del equilibrio y la marcha, y persecución suave “sacádica”. Estas alteraciones se producen por la inhibición deficiente del reflejo vestibulo-ocular.

### **3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

En este trabajo, se lleva a cabo una revisión sistemática bibliográfica, con el objetivo de identificar y analizar los efectos del entrenamiento/utilización de las DT en los síntomas presentes en pacientes con AC.

En la actualidad, las dudas que se plantean los investigadores y toda la comunidad científica están relacionadas con saber realmente cuál es la participación del cerebelo en los procesos cognitivos, porque si bien es cierto que se sabe que está implicado directamente en estos (por estudios de neuroimagen), la clínica es dispar, debido a que la sintomatología cognitiva no suele ser la que más llama la atención ni la que mayor gravedad presenta, también debido a que quizás no se está evaluando correctamente<sup>10,23</sup>. Es precisamente por esta controversia por lo cual surge la incertidumbre de si el componente cognitivo puede afectar a la

participación del paciente atáxico en algunas actividades de la vida diaria. En muchas enfermedades neurológicas, ya se ha demostrado que el control de la marcha y el riesgo de caídas se ven muy perjudicadas por la realización de una tarea cognitiva concurrente<sup>24-26</sup>, sin embargo en este tipo de pacientes no está del todo claro. Además, como la realización de dos actividades distintas al mismo tiempo es muy común, y estas situaciones adquieren una importancia añadida si hablamos de afecciones cerebelosas por todo lo explicado con anterioridad, consideramos importante realizar evaluaciones o intervenciones que simulen, en la medida de lo posible, estas situaciones, así como recoger información de la bibliografía disponible sobre las mismas con el fin de sacar conclusiones y sintetizar la situación en la que se encuentra el paradigma de las DT en pacientes con AC.

Cuando se habla del paradigma de las DT, se hace referencia a una propuesta de ejercicios en los cuales el paciente debe dividir la atención entre dos demandas (por ejemplo, hablar por teléfono mientras camina). De esta manera, se solicita la realización de dos tareas de forma simultánea. La mayor parte de los estudios publicados donde se utilizan las DT, evalúan si se prioriza una tarea sobre otra, y qué grado de atención necesita utilizar cada paciente para ejecutar determinadas acciones que deberían ser automáticas, pero que pueden verse agravadas mientras se realiza otra tarea (como por ejemplo caminar o mantener la posición bípeda en una base estable). Realmente, lo que se analiza es el rendimiento motor, bajo el condicionante de la atención que pudiese ser requerida para ejecutar una tarea motora o una tarea cognitiva concurrente<sup>27-29</sup>. Esta información, es de gran utilidad, ya que, en la actualidad, se acepta que el cerebelo está implicado en procesos motores y cognitivos.

Las personas con AC están en la mayoría de los casos muy limitadas en su día a día, por la dificultad que tienen para caminar, hacer movimientos precisos, o mantener el equilibrio, pero, además, unido al déficit motor suele haber cierto deterioro cognitivo, por ello, es interesante conocer cómo el cerebelo participa en ambas funciones y está implicado en ambos déficits.

Creemos que la utilización de las DT abre una nueva vía de posibilidades para evaluar e intervenir en estos pacientes, además de permitir la recopilación de información que puede ser de gran importancia en un futuro próximo.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los efectos del entrenamiento/utilización de DT en pacientes con AC?

- (P) Paciente: sujetos con AC.
- (I) Intervención: entrenamiento con DT como recurso terapéutico.
- (O) Resultados: efectos del entrenamiento de DT en los síntomas presentes en la AC.
- (S) Tipo de estudio: revisión sistemática.

### 4.2 OBJETIVOS

#### 4.2.1 General

-Identificar y analizar los efectos del entrenamiento/utilización de las DT en los síntomas presentes en pacientes con AC.

#### 4.2.2 Específicos

-Explicar los mecanismos neurofisiológicos que justifiquen el uso del entrenamiento de DT, en el abordaje de la sintomatología presente en pacientes con AC.

-Analizar si existen protocolos de evaluación y/o intervención definidos en cuanto a la utilización de DT desde la fisioterapia o desde otras áreas de conocimiento, y que se utilicen para el abordaje de síntomas presentes en la AC.

-Describir las variables de estudio que se pretenden mejorar o evaluar con la utilización de DT en pacientes con AC, así como identificar los instrumentos de medida utilizados.

-Analizar el nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica de los artículos finalmente seleccionados.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 FECHA Y BASES DE DATOS

En este TFG se lleva a cabo una revisión sistemática. Se consultan cinco bases de datos diferentes: Pubmed, Scopus, Cochrane, Web of Science (WOS) y PEDro. La búsqueda se realiza durante los meses de Marzo y Abril de 2023.



## 5.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

### Criterios de inclusión

- Tipo de artículo: ensayo clínico, ensayos clínicos controlados, ensayos clínicos aleatorizados, metaanálisis, revisiones, revisiones sistemáticas.
- Características de los participantes: pacientes de cualquier edad diagnosticados de AC, o que presenten síntomas atáxicos cerebelosos.
- Contenido: artículos que utilicen las DT en el abordaje de los síntomas presentes en la AC.
- Fecha de publicación: últimos 10 años (2013-2023).
- Idioma del estudio: inglés y español.

### Criterios de exclusión

- Características de los participantes: sujetos que no estén diagnosticados de AC, o que no presenten síntomas atáxicos cerebelosos.
- Contenido: estudios que hablen de cualquier otra intervención en pacientes atáxicos que no esté relacionada con las DT.
- Tipo de artículo: estudios observacionales, series de casos, estudios a propósito de un caso, cartas al director, resúmenes presentados a congresos.
- Estudios no finalizados, y/o que no podamos acceder a los resultados de estos.
- Artículos publicados antes de 2013.
- Artículos duplicados.

## 5.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

En todas las bases de datos utilizadas se lleva a cabo la misma estrategia de búsqueda, aunque tenemos que adaptar los términos de búsqueda a las características de cada una de ellas. El término “dual task” no es un término Mesh, pero es el término de búsqueda utilizado por las diferentes bases de datos para indexar los artículos que abordan esta temática.

Los términos de búsqueda utilizados han sido los siguientes: “dual task” y “cerebellar ataxia”, y se aplicaron filtros de tipo de documento, fecha de publicación, e idioma.

A continuación, en la tabla 1 se puede consultar la estrategia de búsqueda.

**Tabla 1. Estrategias de búsqueda**

### PUBMED

Términos de búsqueda	“dual task” “cerebellar ataxia”
Ecuación de búsqueda	dual task AND cerebellar ataxia
Filtros	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Tipo de documento</b><ul style="list-style-type: none"><li>-Clinical Trial</li><li>-Meta-analysis</li><li>-Randomized controlled trial</li></ul></li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Review</li> <li>-Systematic review</li> <li>• <b>Fecha de publicación:</b> 2013-2023.</li> <li>• <b>Idioma:</b> inglés y español</li> </ul>
<b>Resultados</b>	2
<b>Incluidos</b>	1

## SCOPUS

<b>Términos de búsqueda</b>	“dual task” “cerebellar ataxia”
<b>Ecuación de búsqueda</b>	dual task AND cerebellar ataxia
<b>Filtros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo de documento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Artículo</li> <li>-Revisión</li> </ul> </li> <li>• <b>Fecha de publicación:</b> 2013-2023.</li> <li>• <b>Idioma:</b> inglés</li> </ul>
<b>Resultados</b>	12
<b>Incluidos</b>	7

## COCHRANE

<b>Términos de búsqueda</b>	“dual task” “cerebellar ataxia”
<b>Ecuación de búsqueda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dual task AND cerebellar ataxia</li> <li>• cerebellar ataxia</li> <li>• dual task</li> </ul>
<b>Filtros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo de documento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ensayos o revisiones</li> </ul> </li> <li>• <b>Fecha de publicación:</b> 2013-2023</li> <li>• <b>Idioma:</b> inglés</li> </ul>
<b>Resultados</b>	9
<b>Incluidos</b>	2

## WOS

<b>Términos de búsqueda</b>	“dual task” “cerebellar ataxia”
<b>Ecuación de búsqueda</b>	dual task AND cerebellar ataxia
<b>Filtros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo de documento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Artículo</li> <li>-Artículo de revisión</li> <li>-Ensayo clínico</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fecha de publicación:</b> 2013-2023</li> <li>• <b>Idioma:</b> inglés</li> </ul>
<b>Resultados</b>	16
<b>Incluidos</b>	2

## PEDRO

### Términos de búsqueda

“dual task” “cerebellar ataxia”

<b>Ecuaciones de búsqueda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dual task AND cerebellar ataxia</li> </ul>
<b>Filtros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fecha de publicación:</b> desde 2013</li> </ul>
<b>Resultados</b>	0
<b>Incluidos</b>	0

### SE PROCEDE A UTILIZAR TÉRMINOS INDEPENDIENTES

Ecuaciones de búsqueda	Cerebellar ataxia
<b>Filtros</b>	Fecha de publicación: desde 2013
<b>Resultados</b>	16 NINGÚN RESULTADO ABORDA LAS “DUAL TASK”
<b>Incluidos</b>	0

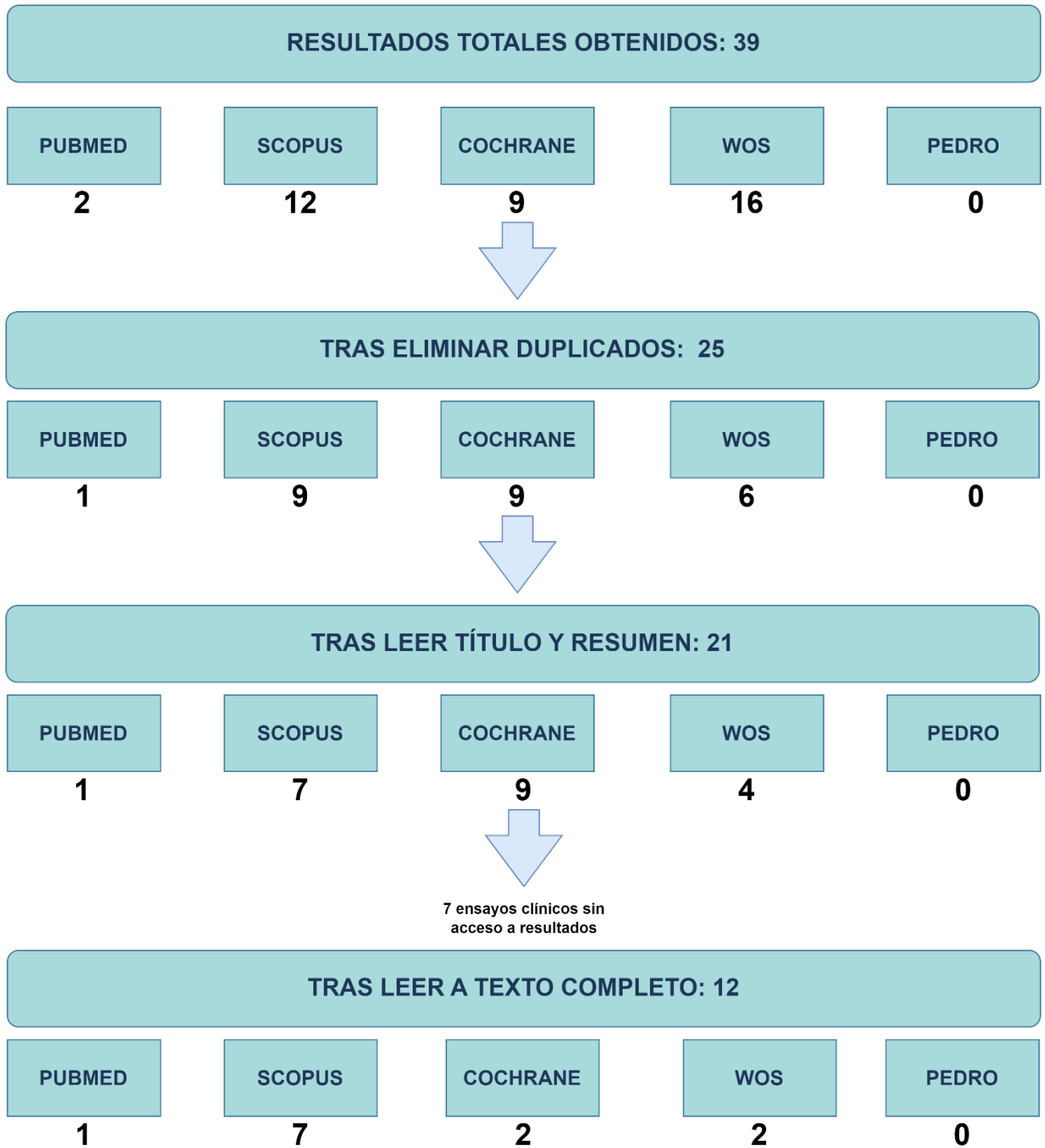
Ecuaciones de búsqueda	Dual task
<b>Filtros</b>	Fecha de publicación: desde 2013
<b>Resultados</b>	233 NINGÚN RESULTADO ABORDA “ATAXIA CEREBELOSA”
<b>Incluidos</b>	0

## 5.4 GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA LOCALIZADA

Después de realizar la búsqueda en las cinco bases de datos anteriormente citadas, se obtienen un total de 39 artículos. Posteriormente, llevamos a cabo manualmente la eliminación de los duplicados, quedando un total de 25 artículos. Más tarde, procedemos a hacer la lectura del título y del resumen aplicando los criterios de inclusión definidos para esta búsqueda, eliminando 4 artículos, y seleccionando 21 artículos para la lectura a texto completo.

De esos 21 artículos, hay 7 ensayos clínicos, todos pertenecientes a la base de datos de Cochrane, a los cuales no tenemos acceso a texto completo (incluso a través del servicio de Biblioteca de la Facultad de Fisioterapia), por lo tanto, y aunque la descripción y diseño de los estudios, las intervenciones y los criterios de elegibilidad son interesantes, al no tener los resultados, no tenemos suficiente información como para analizarlos a fondo, así que decidimos eliminarlos. De los 14 artículos restantes, tras hacer una lectura a texto completo, hemos finalmente seleccionado **12 artículos**. Utilizamos el gestor bibliográfico Zotero para realizar citas y referencias bibliográficas.

***Tabla 2. Diagrama de flujo***



## 5.5 VARIABLES DE ESTUDIO

Hemos analizado las siguientes variables de estudio en los artículos revisados:

1. Tipo de estudio.
2. Objetivos del estudio.
3. Características de los pacientes que participan (edad, sexo, patología, y grado de afectación, etc.).
4. Intervenciones realizadas (forma de aplicar el entrenamiento de DT, de manera aislada o combinada con otras modalidades terapéuticas).
5. Justificación neurofisiológica de la intervención.
6. Variables de estudio analizadas. Instrumentos de medida utilizados.
7. Resultados.
8. Conclusiones.
9. Preguntas abiertas y líneas de investigación futuras que proponen.
10. Nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica de los artículos seleccionados.

## 5.6 NIVELES DE EVIDENCIA, GRADO DE RECOMENDACIÓN Y CALIDAD METODOLÓGICA

Para analizar el nivel de evidencia y el grado de recomendación de cada artículo hemos utilizado la Escala Oxford <sup>30</sup> (Anexo 1). Por su parte, para evaluar la calidad metodológica, se ha utilizado la escala Jadad <sup>31</sup> (Anexo 2).

La evaluación de estas tres variables es un objetivo específico de nuestra búsqueda bibliográfica, por lo que esta información se describe en el apartado de resultados.

## 6. RESULTADOS

A continuación, se procede a describir los resultados que se han obtenido en la búsqueda realizada. Organizamos este apartado de resultados, en base a los objetivos planteados.

- **Identificar y analizar los efectos del entrenamiento/utilización de las DT en los síntomas presentes en pacientes con AC.**

Los efectos y la utilización de DT en pacientes que presentan síntomas cerebelosos atáxicos son diversos, y se recurre a la misma para diferentes propósitos, que evidentemente, dependen de las características del estudio. En uno de los estudios, se demuestra que realizar una intervención de este tipo durante 4 semanas mejora el equilibrio, y reduce el número de caídas, así como también el costo de la tarea dual (DTC). Por su parte, otros, se centran en

probar que realmente las situaciones que demanden dos focos atencionales al mismo tiempo, a estos sujetos, les supone un desafío mayor. Asimismo, también se propone la utilización de las DT como herramienta de predicción en perfiles cerebelosos de riesgo, en concreto en la FXTAS.

A continuación, expondremos los efectos de las DT en pacientes con AC, o que presentan síntomas cerebelosos.

En el ensayo piloto llevado a cabo por **Winser et al.**<sup>32</sup> (2019), en el cual se realizó una intervención denominada “Cognitive-coupled intensive balance training” (CIBT), caracterizada por un entrenamiento intensivo de equilibrio en combinación con tareas cognitivas, se demostró una mejora importante en el número de caídas y en el DTC después de ejecutarla.

Por su parte, en el ensayo clínico controlado (ECC) llevado a cabo por **O’Keefe et al.**<sup>33</sup> (2021), examinan precisamente cómo una condición de DT cognitivo-motora y la marcha rápida, repercuten sobre los déficits existentes en los giros y la marcha en pacientes con FXTAS. Las conclusiones que obtuvieron con respecto a las DT fueron las siguientes: el DTC fue mayor en los participantes con FXTAS y, además, estos participantes, realizaron los giros más lentos bajo esta condición. También cabe destacar, que las puntuaciones obtenidas por estos sujetos en la prueba de dos minutos marcha (2MWT) fueron menores, y que presentaron una longitud y velocidad de zancada más bajas, además de que el tiempo en fase de balanceo fue menor y en la fase de apoyo mayor, en todas las condiciones. El número de pasos para realizar giros también fue mayor en los sujetos con FXTAS, y la velocidad fue menor en comparación con el grupo control.

**Demirci et al.**<sup>34</sup> (2016), tiene como finalidad analizar los efectos de las tareas motoras y cognitivas realizadas de manera simultánea, y cómo estas influyen sobre el equilibrio. Los efectos que causaron estas actividades fueron los siguientes: en primer lugar, los sujetos con AC aguantaron menos tiempo el equilibrio en las pruebas estáticas, y, además, tardaron más en realizar las pruebas dinámicas. Las demandas motoras redujeron mucho el rendimiento en la prueba de apoyo en tándem (TS). El tiempo que tardaron los participantes en girar 360° aumentó en ambos grupos con las tareas cognitivas y motoras. La tarea cognitiva incrementó el tiempo del “Timed Up and Go” (TUG) en ambos grupos. Y, por último, los déficits en tareas motoras eran más claros que los déficits en tareas cognitivas en la prueba de cuatro pasos cuadrados (FSST) en los sujetos con AC.

**Jacobi et al.**<sup>35</sup> (2015), analizan, como una demanda cognitiva, en este caso basada en una tarea de memoria de trabajo verbal, influye en la postura. La variable analizada fue el balanceo del centro de gravedad (trayectoria y área de balanceo, balanceo anteroposterior y mediolateral), y cómo repercute en estas las entradas somatosensoriales, vestibulares, y visuales. En los participantes cerebelosos, el área de balanceo varió muy considerablemente según la condición de la tarea, más que en los sujetos controles. La DT hizo que la trayectoria y el área de balanceo, al igual que ambas oscilaciones, fueran menores en ambos grupos. Además, bajo las condiciones más avanzadas, la DT hizo que sobre todo la trayectoria de balanceo, fuera mucho menor en los pacientes cerebelosos. La DT también aumentó el riesgo de caída en las condiciones más complejas.

En el estudio de **Möhwald et al.**<sup>36</sup> (2020), se aborda el trastorno de la marcha en el temblor ortostático primario (TO) y se utiliza el paradigma de DT como parte del protocolo integral de valoración: los participantes tuvieron que caminar bajo dos condiciones diferentes de DT, bajo la demanda de una tarea cognitiva, y bajo la demanda de una tarea motora. Como resultado destacamos que la DT cognitiva empeoró la capacidad de marcha, haciendo mucho más complicado el desempeño de esta, influyendo negativamente en la base de apoyo y el tiempo de zancada.

**Ilg et al.**<sup>37</sup> (2013), realizan un ECC con la intención de conocer la influencia de las lesiones focales cerebelosas en la memoria de trabajo, la marcha, y en la interacción de ambas en un paradigma de DT. Los efectos que se obtuvieron informan de que, el rendimiento en la tarea de memoria de trabajo disminuyó significativamente mientras se caminaba o a medida que se aumentaba la dificultad de esta. Existe una mayor variabilidad de la marcha en tándem con el aumento de la dificultad de la tarea de memoria de trabajo. Por su parte, la variabilidad de la marcha, caminando normal mientras se realizaba la tarea de memoria de trabajo, no mostró un aumento significativo en comparación con las condiciones de referencia (sin tarea de memoria de trabajo). Se relacionó directamente la disminución del rendimiento en la tarea de memoria de trabajo mientras se caminaba, con un cambio atencional en beneficio de la marcha por la priorización de no caerse.

**Sütçü et al.**<sup>38</sup> (2022), examinan cómo la DT influye tanto en el control postural como en los parámetros de marcha. Por su parte, también se analizaron las características espaciotemporales de la marcha. Además, los participantes tuvieron que ejecutar tareas cognitivas, tareas motoras y tareas cognitivo-motoras al mismo tiempo. En cuanto al efecto de la DT sobre los dos parámetros estudiados, por una parte, aumentó el balanceo postural anteroposterior en la condición de ojos abiertos sin estabilidad perturbada mientras se



realizaba la tarea cognitivo-motora de hablar por teléfono. También aumentó el balanceo postural anteroposterior en la condición de ojos abiertos y con estabilidad perturbada bajo todas las tareas que presentaban demandas cognitivas, en estas condiciones, el balanceo lateral se vio reducido al llevar un vaso de agua en una bandeja, lo que demuestra que las actividades que implican habilidades motoras bilaterales pueden tener efectos positivos en estos sujetos, así como también un foco de atención externo.

Además, se observó que las tareas cognitivas también tuvieron repercusión sobre la velocidad, cadencia, y tiempo de paso, y que las tareas motoras afectaron más a la longitud de paso. Las tareas motoras afectan más al equilibrio dinámico que al equilibrio estático. No se vio afectada la base de apoyo por las condiciones de las DT.

Por su parte, **Kraan et al.**<sup>39</sup> (2013), utilizan el paradigma de la DT con el fin de observar hallazgos que pudieran predecir las primeras variaciones en circuitos neuronales sensibles en aquellas mujeres portadoras de la PM en el gen FMR1, antes de que pudiesen presentar una clínica mucho más severa como FXTAS. Las portadoras de la PM se desarrollaron mucho peor que los controles en las tres condiciones de tarea de fluidez verbal. Además, se observaron déficits centrales asociados al control postural mientras se realizó al mismo tiempo esta actividad, en parte también debido a que existen dos demandas atencionales al mismo tiempo, y que, precisamente estos sujetos, podrían presentar ligeras dificultades de control atencional.

**Kraan et al.**<sup>40</sup> (2014), en otro ECC, también utilizan la DT para analizar las características espaciotemporales y la variabilidad de la marcha en mujeres portadoras de la PM en el gen FMR1, y así poder reconocer marcadores potenciales de deterioro cognitivo y motor. La DT generó que las portadoras caminaran más lento, y con la longitud de paso reducida. Además, hubo correlaciones importantes entre el rendimiento en la tarea de memoria de trabajo y ciertas características de la marcha solo para las portadoras.

**Hocking et al.**<sup>41</sup> (2017), analizaron el efecto que tiene una tarea de fluidez verbal sobre el tiempo que tardan hombres portadores de la PM en el gen FMR1 con y sin FXTAS, en dar un paso en respuesta a un estímulo específico, con el objetivo de indagar si posibles déficits se relacionan con el volumen cerebeloso. La tarea de fluidez verbal no influyó de forma significativa en el rendimiento de la iniciación voluntaria del paso en hombres con la PM.

- **Explicar los mecanismos neurofisiológicos que justifiquen el uso del entrenamiento de DT, en el abordaje de la sintomatología presente en pacientes con AC.**

Pese a que no hay suficientes ensayos clínicos que demuestren los beneficios que pueden conseguirse con una intervención de DT, a continuación, expondremos una serie de argumentos que podrían ser indicativos de la utilidad que esta podría presentar.

Respaldamos el uso del entrenamiento basado en DT en pacientes atáxicos cerebelosos justificándolo, en primer lugar, anatómicamente, por estudios de neuroimagen, técnicas de trazado anterógrado o rastreo transneuronal, en los cuales, se muestra una clara relación entre el cerebelo y zonas de asociación cerebral como la corteza prefrontal, involucrada en funciones de planificación y ejecución. Estas dos regiones se unen a través de diferentes circuitos neuronales, como por ejemplo, un circuito cerrado entre el área 46 de esta corteza y una región cerebelosa próxima a Crus I y Crus II, áreas relacionadas con procesos de motricidad fina y coordinación, pero también con actividades cognitivas. Por lo tanto, se puede afirmar que las redes sinápticas de áreas de asociación cerebral tienen una alta representación en el cerebelo, al igual que lo tiene el mapa motor corporal<sup>10,42</sup>. Estos circuitos tienen un papel importante en procesos de predicción, sincronización y aprendizaje motor<sup>23,42</sup>.

Por otro lado, también se ha estudiado cómo se comportan estas proyecciones sustanciales bajo la condición de la DT y si hay ciertas regiones que se sobreactiven bajo estas demandas, encontrándose que el vermis cerebeloso derecho, el V lóbulo izquierdo del lóbulo anterior cerebeloso y el precúneo, se activaron de forma adicional bajo la realización de una DT. Además, las conexiones motoras y cognitivas de las que hablábamos se vieron muy fortalecidas a causa de este tipo de intervención, esto supone que puedan ser más eficientes en situaciones rutinarias que presenten dos focos atencionales. Cabe destacar que si la eficiencia de estas redes mejora, es porque el cerebelo podría mediar el grado de atención que se precisa para una tarea, reduciéndolo y automatizando la tarea, de tal manera que, si una de las tareas se interioriza, el DTC sería mucho menor, este hecho respalda la utilidad de dicha intervención<sup>32,43</sup>. Además de que, algunas revisiones que han analizado la variabilidad de la marcha atáxica recomiendan el uso de la DT como parte del protocolo de rehabilitación<sup>44</sup>.

A las evidencias anteriormente explicadas se le suman estudios que han utilizado la DT como un recurso para predecir el riesgo de caídas en pacientes con Parkinson, una revisión afirma que hay estudios que resaltan esta utilidad añadida<sup>35,45</sup>. También hay estudios que han relacionado intervenciones cognitivas con mejoras en la movilidad en sujetos con Parkinson<sup>46</sup>. Otros analizan perfiles cerebelosos y destacan la importancia de incluir en la valoración de la marcha de sujetos con FXTAS, evaluaciones de la función ejecutiva y velocidad de procesamiento<sup>33,47</sup>. Asimismo, uno de los papeles que asume el cerebelo es el aprendizaje

sensitivo-motor, es decir, la capacidad para desarrollar habilidades motoras haciendo uso de sistemas sensoriales. Este aprendizaje, en uno de los estudios que hemos revisado, se ve mermado por la memoria de trabajo, es decir, por la capacidad cognitiva, si recordamos lo explicado anteriormente, este déficit podría también verse mejorado con el uso de DT al fortalecer las redes neuronales cerebelo-cerebrales<sup>42</sup>.

En base a la bibliografía consultada y analizada, proponemos el uso de la DT, no sólo como intervención, sino también como un recurso de evaluación.

- **Analizar si existen protocolos de evaluación y/o intervención definidos en cuanto a la utilización de DT desde la fisioterapia o desde otras áreas de conocimiento, y que se utilicen para el abordaje de síntomas presentes en la AC.**

A continuación, se expone una tabla donde se especifican las actividades de DT que se han utilizado para evaluar o tratar los síntomas atáxicos cerebelosos presentes en el grupo experimental, o para realizar comparaciones entre estos sujetos con el grupo control.

**Tabla 3. Protocolos de evaluación o intervención**

<b>ENSAYO CLÍNICO</b>	<b>INTERVENCIÓN Y/O EVALUACIÓN</b>
<b>Winser et al.<sup>32</sup> (2019)</b>	<b><u>PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN</u></b> <b>Grupo experimental</b> 10 minutos de calentamiento, 40 minutos de entrenamiento CIBT, 10 minutos de ejercicios de vuelta a la calma. 60 minutos, 3 veces por semana, 4 semanas. El entrenamiento incluye 4 tareas cognitivas que se combinan con 7 actividades motoras. Tareas cognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• Contar hacia atrás de cuatro en cuatro (memoria de trabajo, seguimiento verbal)</li><li>• Nombrar frutas, verduras o animales y narrar cuentos (fluidez verbal)</li><li>• Señales auditivas que implican la realización de cierta tarea (atención, discriminación auditiva, memoria de trabajo)</li></ul> Tareas motoras <ul style="list-style-type: none"><li>• Sentarse y levantarse de una silla</li><li>• Pararse con los pies separados</li><li>• TS</li><li>• Pararse manteniendo el equilibrio con una pierna (SLT)</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alcance multidireccional</li><li>• Subir escaleras</li><li>• Caminar</li></ul>
<b>O’Keefe et al.<sup>33</sup> (2021)</b>	<p><b><u>PROTOCOLO DE EVALUACIÓN</u></b></p> <p><b>Grupo experimental y grupo control</b></p> <p>Se realiza 2MWT bajo las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tarea única a velocidad de marcha normal autoseleccionada</li><li>• Máxima velocidad de marcha, sin correr y de forma segura</li><li>• Interferencia cognitiva (fluidez verbal, nombrar animales) mientras se camina a marcha normal autoseleccionada</li></ul> <p>Estas condiciones se realizaron una sola vez, a los participantes se les permitió descansar entre cada condición, y el orden de las pruebas no fue aleatorio, sino que fue en orden de dificultad. Se realizó la tarea cognitiva, en un primer momento, mientras estaban sentados, durante dos minutos. A los participantes no se les dijo que priorizaran una tarea sobre otra.</p>
<b>Demirci et al.<sup>34</sup> (2016)</b>	<p><b><u>PROTOCOLO DE EVALUACIÓN</u></b></p> <p><b>Grupo experimental y grupo control</b></p> <p>Se realizan las siguientes pruebas de equilibrio de tres formas distintas, sin ninguna tarea a mayores y luego con tarea cognitiva y con tarea motora, respectivamente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• SLT</li><li>• TS</li><li>• Giro de 360 grados</li><li>• TUG</li><li>• FSST</li></ul> <p>Tareas cognitivas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Contar los nombres de los meses hacia atrás desde Diciembre hasta Enero</li><li>• Decir nombres que empiecen por la letra A</li><li>• Contar hacia atrás en voz alta desde el número 100 de tres en tres</li><li>• Decir el número de letras que contienen las palabras que dice el fisioterapeuta</li><li>• Decir “no” cuando el fisioterapeuta dice “azul” y decir “sí” cuando dice “rojo”</li></ul> <p>Tareas motoras</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Coger tres objetos de una bolsa y volver a dejarlos en orden</li><li>• Llevar un vaso en una bandeja</li><li>• Abrir y cerrar una bolsa con cremallera</li><li>• Pasarse una pelota de una mano a la otra</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrocharse el botón de una camisa</li> </ul> <p>Se emparejaron por orden, es decir, el SLT primero se realizó contando los nombres de los meses hacia atrás, y después cogiendo los objetos de la bolsa, y así, respectivamente.</p>
<p><b>Jacobi et al.</b> <sup>35</sup> <b>(2015)</b></p>	<p><b><u>PROTOCOLO DE EVALUACIÓN</u></b></p> <p><b>Grupo experimental y grupo control</b></p> <p>Los participantes tuvieron que intentar mantenerse estables bajo seis condiciones diferentes, primero sin ninguna tarea concurrente y luego mientras realizaban una tarea de memoria de trabajo verbal. Se realizan dos series.</p> <p>Condiciones de postura</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ojos abiertos, entorno visual fijo y plataforma de soporte fija</li> <li>• Ojos cerrados y plataforma de soporte fija</li> <li>• Ojos abiertos, entorno visual móvil y plataforma de soporte fija</li> <li>• Ojos abiertos, entorno visual fijo y plataforma de soporte móvil</li> <li>• Ojos cerrados y plataforma de soporte móvil</li> <li>• Ojos abiertos, entorno visual y plataforma de soporte móvil</li> </ul> <p>Tarea de memoria de trabajo verbal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuchan una secuencia de 20 letras a una frecuencia de 1Hz de la que forman parte la A, G, M y O, deben contar el número de veces que escuchan la letra que se les indica.</li> </ul> <p>Primera serie: los dos primeros intentos en cada condición se realizaron sin demanda cognitiva, y el tercero con ella.</p> <p>Segunda serie: primera vez sin demanda cognitiva, la segunda con demanda cognitiva y la tercera sin demanda cognitiva.</p>
<p><b>Möhwald et al.</b> <sup>36</sup> <b>(2020)</b></p>	<p><b><u>PROTOCOLO DE EVALUACIÓN</u></b></p> <p><b>Grupo experimental y grupo control</b></p> <p>Se realizó un procedimiento de evaluación de la marcha formado por 7 tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caminar a la velocidad favorita</li> <li>• Velocidad lenta</li> <li>• Velocidad máxima</li> <li>• Con la cabeza reclinada</li> <li>• Con los ojos cerrados</li> <li>• Mientras se realizaba una tarea cognitiva (tarea de cálculo serial 7)</li> <li>• Mientras se realiza una tarea motora (llevar una bandeja)</li> </ul> <p>Cada una de las condiciones se realizó 4 veces.</p>
<p><b>Ilg et al.</b> <sup>37</sup> <b>(2013)</b></p>	<p><b><u>PROTOCOLO DE EVALUACIÓN</u></b></p>

	<p><b>Grupo experimental y grupo control</b></p> <p>Los participantes realizan una tarea de memoria de trabajo que presenta 4 niveles de dificultad diferentes (n-back task), bajo tres condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sedestación</li><li>• Marcha normal en tapiz rodante</li><li>• Marcha en tándem sobre una línea virtual en el tapiz rodante</li></ul> <p>Comenzaron por el nivel de dificultad más bajo y practicaron durante un tiempo la tarea en la condición de sedestación con el objetivo de que los participantes se familiarizaran con esta. Además, en las condiciones de marcha, durante 3 minutos no se incluyó la tarea de memoria de trabajo.</p>
<p><b>Sütçü et al.<sup>38</sup></b> <b>(2022)</b></p>	<p><b><u>PROTOCOLO DE EVALUACIÓN</u></b></p> <p><b>Grupo experimental</b></p> <p>Se evalúa el control postural y la marcha bajo 5 condiciones diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sin ninguna tarea concurrente</li><li>• Decir nombres que empiecen por una letra en concreto</li><li>• Contar hacia atrás de tres en tres desde cien</li><li>• Llevar un vaso de agua en una bandeja</li><li>• Hablar por teléfono móvil</li></ul> <p>La evaluación del control postural se ejecuta de 5 formas distintas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Estabilidad normal, ojos abiertos y cerrados</li><li>• Estabilidad perturbada, ojos abiertos y cerrados</li><li>• Límites de estabilidad (LOS)</li></ul> <p>Las diferentes tareas fueron ejecutadas de forma aleatoria</p>
<p><b>Kraan et al.<sup>39</sup></b> <b>(2013)</b></p>	<p><b><u>PROTOCOLO DE EVALUACIÓN</u></b></p> <p><b>Grupo experimental y grupo control</b></p> <p>Se evaluó el control postural manteniendo el equilibrio 60 segundos bajo 4 condiciones diferentes, primero sin tarea concurrente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bipedestación en superficie estable con ojos abiertos</li><li>• Bipedestación en superficie estable con ojos cerrados</li><li>• Bipedestación en superficie inestable con ojos abiertos</li><li>• Bipedestación en superficie inestable con ojos cerrados</li></ul> <p>Posteriormente y solo bajo las condiciones de ojos abiertos, se realizó simultáneamente una tarea de fluidez verbal, y consistió en decir tantas palabras como fuera posible durante ese minuto sin que tuvieran una letra que anteriormente se les había dicho (por ejemplo: palabras sin la</p>

	“A”), nombres propios o se repitieran. En un primer momento se realizó en sedestación.
<b>Kraan et al.<sup>40</sup> (2014)</b>	<p><b><u>PROTOCOLO DE EVALUACIÓN</u></b></p> <p><b>Grupo experimental y grupo control:</b></p> <p>Se evalúan características espaciotemporales y variabilidad de la marcha bajo tres condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcha autoseleccionada sin tarea a mayores</li> <li>• Marcha autoseleccionada mientras cuentan en voz alta de 3 en 3 hacia atrás.</li> <li>• Marcha autoseleccionada mientras cuentan en voz alta de 7 en 7 hacia atrás.</li> </ul> <p>Se les pidió a los participantes que no priorizaran una tarea sobre otra.</p>
<b>Hocking et al.<sup>41</sup> (2017)</b>	<p><b><u>PROTOCOLO DE EVALUACIÓN</u></b></p> <p><b>Grupo experimental y grupo control:</b></p> <p>Se evalúa el tiempo de reacción del paso de elección en combinación con una tarea cognitiva.</p> <p>Los participantes deben responder a un estímulo dando un paso hacia una dirección concreta mientras decían una palabra de una categoría específica (por ejemplo: trabajos profesionales).</p> <p>20 ensayos se realizaron sin esta tarea cognitiva y 12 con ella.</p> <p>Se les dijo a los participantes que no priorizaran una tarea sobre otra.</p> <p>Además, los participantes practicaron antes de la prueba.</p>

Como hemos apreciado en la tabla anterior y también en el primer punto de este apartado de resultados, la mayor parte de los ensayos que utilizan la DT lo hacen para evaluar cómo influye la misma sobre la marcha, las caídas, el control postural, los giros o el equilibrio, en sujetos con AC o síntomas atáxicos. Por su parte, hay un ensayo en el cual se lleva a cabo una intervención basada en DT en sujetos con AC. Otro, además examina cómo influyen las lesiones cerebelosas focales en ciertas funciones cerebrales. Finalmente, hay tres ensayos que utilizan la DT para evaluar a sujetos con PM en el gen FMR1, que como bien sabemos puede dar lugar a FXTAS; concretamente utilizan las DT para encontrar marcadores potenciales de riesgo, para buscar relaciones entre la edad y el tamaño de la repetición CGG y las deficiencias neuromotoras, y para apreciar si el volumen del cerebelo influye en la relación existente entre precisamente ese tamaño de repetición de CGG, y la iniciación voluntaria del paso.

En síntesis, según la bibliografía analizada, podemos afirmar que las DT tienen un peso mayor como recurso de evaluación que como recurso de intervención.

- **Describir las variables de estudio que se pretenden mejorar o evaluar con la utilización de DT en pacientes con AC, así como identificar los instrumentos de medida utilizados.**

En la tabla que exponemos a continuación, se muestran, tanto las variables de estudio como los instrumentos de medida que se han utilizado en los diferentes estudios analizados.



**Tabla 4. Variables de estudio e instrumentos de medida**

VARIABLE DE ESTUDIO	INSTRUMENTO DE MEDIDA	ARTÍCULOS
DTC	-Mediante la siguiente fórmula, utilizando el TUG: <u><math>(dTUG - Standard\ TUG / StandardTUG) \times 100</math></u> -Mediante la fórmula: <u><math>(valorDT - valorST / valorST) \times 100</math></u>	Winser et al. <sup>32</sup> (2019), O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021), Demirci et al. <sup>34</sup> (2016), Kraan et al. <sup>40</sup> (2014).
Balanceo postural y equilibrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de organización sensorial (SOT) en plataforma Bertec</li> <li>• SOT bajo DT (d-SOT) en plataforma Bertec</li> <li>• Subcomponentes del equilibrio SARA (SARAbal).</li> <li>• Escala de equilibrio de Berg (BBS)</li> <li>• Escala de Confianza en el Equilibrio para Actividades Específicas (ABC)</li> <li>• SLT, TS, giro 360 grados, TUG, FSST</li> <li>• Prueba de Romberg</li> <li>• 4 pruebas de estabilidad evaluadas con medidor de balanceo (ojos abiertos y cerrados, en superficie estable e inestable)</li> <li>• LOS</li> </ul>	Winser et al. <sup>32</sup> (2019), O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021), Demirci et al. <sup>34</sup> (2016), Möhwald et al. <sup>36</sup> (2020), Jacobi et al. <sup>35</sup> (2015), Kraan et al. <sup>39</sup> (2013), Sütçü et al. <sup>38</sup> (2022)
Tiempo de reacción y Máxima Excursión	LOS	Winser et al. <sup>32</sup> (2019)
Número de caídas	-Diario digital -Cantidad en los últimos 12 meses - Escala de eficacia de caídas (FES-1), caídas en los últimos 6 meses	Winser et al. <sup>32</sup> (2019), O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021), Möhwald et al. <sup>36</sup> (2020), Demirci et al. <sup>34</sup> (2016),

	-Frecuencia, historia y miedo a las caídas	
Función cognitiva	-Evaluación cognitiva de Montreal ( MoCA) - Mini Examen del Estado Mental ( MMSE)	Winser et al. <sup>32</sup> (2019), O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021), Demirci et al. <sup>34</sup> (2016), Sütçü et al. <sup>38</sup> (2022).
Gravedad de la AC	-Escala para la evaluación y calificación de la ataxia ( SARA) - Escala de Calificación de Ataxia Cooperativa Internacional (ICARS) - Escala de calificación FXTAS	Winser et al. <sup>32</sup> (2019), Jacobi et al. <sup>35</sup> (2015), Demirci et al. <sup>34</sup> (2016), Ilg et al. <sup>37</sup> (2013), Sütçü et al. <sup>38</sup> (2022) , O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021), Kraan et al. <sup>39</sup> (2013), Kraan et al. <sup>40</sup> (2014), Hocking et al. <sup>41</sup> (2017)
Estado de salud	Cuestionario EQ-5D-5L	Winser et al. <sup>32</sup> (2019)
Marcha	-2MWT en Mobility Lab -Evaluación Funcional de la Marcha ( FGA) -Pasarela electrónica GAITRite	O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021), Möhwald et al. <sup>36</sup> (2020), Sütçü et al. <sup>38</sup> (2022), Kraan et al. <sup>40</sup> (2014)
Capacidad de giro	Velocidad de giro máxima media y número de pasos utilizados para girar	O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021)
AVD y nivel de discapacidad	Medida de Independencia Funcional ( FIM)	O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021)
Análisis molecular	PCR	O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021), Kraan et al. <sup>39</sup> (2013), Kraan et al. <sup>40</sup> (2014), Hocking et al. <sup>41</sup> (2017)
Influencia de las lesiones cerebelosas en marcha y memoria de trabajo	RM	Ilg et al. <sup>37</sup> (2013)

Rendimiento de la memoria de trabajo	Escala abreviada de inteligencia Wechsler	Kraan et al. <sup>40</sup> (2014)
Tiempo de reacción del paso de elección	Tapete CSRT	Hocking et al. <sup>41</sup> (2017)
Volumen del cerebelo	RM	Hocking et al. <sup>41</sup> (2017)

- **Analizar el nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica de los artículos finalmente seleccionados.**

De los 12 estudios que se han analizado en esta revisión sistemática, 9 cuentan con un nivel de evidencia 1B y un grado de recomendación A, debido a que son ensayos clínicos controlados; 1 de ellos cuenta con un nivel de evidencia -1A y un grado de recomendación D por ser una revisión sistemática cuyos resultados obtenidos han sido muy heterogéneos; y por último, 2 de ellos cuentan con un nivel de evidencia -1C y un grado de recomendación D por ser ensayos clínicos sin grupo control.

**Tabla 5. Nivel de evidencia y grado de recomendación**

ARTÍCULO	NIVEL DE EVIDENCIA	GRADO DE RECOMENDACIÓN
Winser et al. <sup>32</sup> (2019)	-1C	D
O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021)	1B	A
Demirci et al. <sup>34</sup> (2016)	1B	A
Jacobi et al. <sup>35</sup> (2015)	1B	A
Möhwald et al. <sup>36</sup> (2020)	1B	A
Ilg et al. <sup>37</sup> (2013)	1B	A
Sütçü et al. <sup>38</sup> (2022)	-1C	D
Kraan et al. <sup>39</sup> (2013)	1B	A
Kraan et al. <sup>40</sup> (2014)	1B	A
Hocking et al. <sup>41</sup> (2017)	1B	A
Ilg et al. <sup>44</sup> (2013)	-1A	D
Butcher et al. <sup>42</sup> (2017)	1B	A

Por otro lado, y en cuanto a la calidad metodológica, esta ha sido bastante pobre en todos los ensayos debido a que los estudios no se describieron como aleatorizados ni tampoco como doble ciego, básicamente porque no trabajaban con dos grupos de sujetos con patología, además, los clínicos explicaban a los participantes lo que tenían que hacer y ellos mismos analizaban los datos obtenidos. Sólo en tres se nombran las pérdidas o retiradas que hubo. Por tanto, los 11 artículos se consideran de una calidad metodológica pobre.

**Tabla 6. Calidad metodológica**

ARTÍCULO	CALIDAD METODOLÓGICA
Winser et al. <sup>32</sup> (2019)	0
O´Keefe et al. <sup>33</sup> (2021)	0
Demirci et al. <sup>34</sup> (2016)	0
Jacobi et al. <sup>35</sup> (2015)	0
Möhwald et al. <sup>36</sup> (2020)	0
Ilg et al. <sup>37</sup> (2013)	0
Sütçü et al. <sup>38</sup> (2022)	0
Kraan et al. <sup>39</sup> (2013)	1
Kraan et al. <sup>40</sup> (2014)	1
Hocking et al. <sup>41</sup> (2017)	1
Butcher et al. <sup>42</sup> (2017)	1

## 7. DISCUSIÓN

Este apartado de discusión, lo vamos a organizar de tal manera que, en un primer momento, se van a exponer las principales contribuciones de cada uno de los estudios en función de: la utilidad que se le ha dado a las DT, las acciones motoras que en los diferentes artículos se han trabajado (marcha, giros, mantener el equilibrio, etc.), y las tareas cognitivas/motoras concurrentes que se han utilizado para evaluar el rendimiento de los participantes en las pruebas. Posteriormente, analizaremos las limitaciones que presentan los estudios, teniendo en cuenta la variabilidad de resultados y la variabilidad de abordajes utilizados, y también el nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica. Asimismo, citaremos futuras líneas de investigación que podrían ponerse en marcha.

Las DT han sido utilizadas, mayoritariamente, para **evaluar cómo la interferencia cognitiva/motora influye en el rendimiento motor**. Podemos destacar cinco estudios que han proporcionado información sobre este aspecto: O´Keefe et al.<sup>33</sup> (2021), Demirci et al.<sup>34</sup>(2016) Jacobi et al. <sup>35</sup> (2015), Möhwald et al.<sup>36</sup> (2020) ,Sütçü et al.<sup>38</sup> (2022).

- O´Keefe et al. <sup>33</sup> (2021) , realizan su intervención en pacientes con FXTAS y llegan a la conclusión de que la interferencia cognitiva en estos sujetos influye negativamente

en los giros. Los autores consideran que tiene más peso para predecir caídas en estos pacientes “la marcha a una velocidad rápida” que la DT. Cabe destacar que hubo mayor DTC en el grupo de pacientes respecto al grupo control.

- Demirci et al.<sup>34</sup> (2016), también incluyeron en su ECC la realización de giros en personas con AC. Estos autores, observaron que la capacidad para girar, al igual que en el estudio de O’Keefe et al.<sup>33</sup> (2021), se vio alterada por tareas concurrentes, pero no solo a causa de tareas cognitivas sino también a causa de tareas motoras, aunque afectaron más negativamente en la realización de los giros las tareas cognitivas. Sin embargo, en el FSST influyó con peores repercusiones una tarea motora concurrente que una tarea cognitiva, en los sujetos con AC. Este estudio concluyó que las tareas concurrentes afectaron al rendimiento motor en todas sus condiciones, no solo en tareas de equilibrio dinámico (TUG, FSST, girar 360°), sino también en tareas de equilibrio estático (SLT, TS) en los sujetos con AC. En los participantes sanos, la DT solo afectó en las pruebas de equilibrio dinámico.
- En el estudio llevado a cabo por Jacobi et al.<sup>35</sup>(2015) se analiza cómo influye la DT en el control postural en pacientes con trastornos degenerativos cerebelosos (diferentes tipos de AC). La utilización de DT hizo que la trayectoria de balanceo fuera menor y que aumentara el riesgo de caída en las condiciones más complejas.
- Möhwald et al.<sup>36</sup> (2020), utilizan la DT como parte de un protocolo de evaluación de la marcha en pacientes con TO. La demanda cognitiva concurrente, disminuyó el rendimiento de la marcha en estos sujetos, coincidiendo estos datos con los publicados en el estudio de Demirci et al.<sup>34</sup> (2016).
- Sütçü et al.<sup>38</sup> (2022), concluyen diciendo que las actividades que impliquen habilidades motoras bilaterales, pueden tener efectos positivos en el balanceo lateral en sujetos con AC. Además, encuentran que las tareas motoras concurrentes influyen en el equilibrio dinámico aumentando la longitud de paso. Las tareas cognitivas concurrentes, por su parte, también tienen repercusiones en la marcha, aumentando la variabilidad de la misma. Estos resultados, concuerdan en gran medida con los obtenidos en el estudio de Demirci et al.<sup>34</sup> (2016).

Siguiendo con la comparación de ambos estudios (Sütçü et al.<sup>38</sup> (2022) y Demirci et al.<sup>34</sup> (2016)), ambos estudios concuerdan en que una condición de DT influye en el equilibrio estático, en el estudio de Demirci se ve afectado el tiempo de TS mientras se realiza una tarea motora concurrente, y en el estudio de Sütçü se ve afectado el balanceo postural, aumentando a causa de la realización de tareas cognitivo-motoras concurrentes (hablar por teléfono), aspecto que no se apreció en el estudio de Jacobi et al.<sup>35</sup>(2015), en el cual DT redujo la trayectoria de balanceo, en este caso se trataba de una tarea de memoria de trabajo verbal.

Queremos destacar un estudio en el que se ha planteado como objetivo, **examinar cómo influyen las lesiones focales cerebelosas en la memoria de trabajo, en la marcha, y en la interacción entre ambas, para obtener información relevante hacen uso de la DT.** Este estudio realizado por Ilg et al.<sup>37</sup> (2013), propone la resolución de esta tarea cognitiva al mismo tiempo que se realizan diferentes actividades motoras, aumentando la dificultad de ejecución de las mismas progresivamente. Tanto el aumento de la dificultad de la tarea de memoria de trabajo, como la marcha, disminuyeron el rendimiento de la tarea, además, la tarea aumentó la variabilidad de la marcha en tándem. Según estos datos, se llegan a las mismas conclusiones que en el estudio de O`Keefe et al.<sup>33</sup> (2021), hay una priorización en la realización de la marcha.

Por otro lado, hemos revisado tres ensayos clínicos controlados, en los cuales se utilizan las DT para llevar a cabo una **evaluación en sujetos con la PM en el gen FMR1:** Kraan et al.<sup>39</sup> (2013), Kraan et al.<sup>40</sup> (2014) y Hocking et al.<sup>41</sup> (2017). En los tres estudios, **se buscan relaciones entre el rendimiento motor, aspectos genéticos o estructurales, y edad.**

- Kraan et al.<sup>39</sup> (2013) evalúan la postura y el control sensitivo-motor, llegando a resultados similares a los obtenidos en los estudios de Demirci et al.<sup>34</sup> (2016) y Sütçü et al.<sup>38</sup> (2022): existieron déficits en el control postural en las portadoras durante la DT, concretamente mientras se ejecutaba al mismo tiempo una tarea de fluidez verbal, lo cual difirió del estudio de Jacobi et al.<sup>35</sup> (2015).
- Kraan et al.<sup>40</sup> (2014), obtuvo como resultado destacable que una tarea cognitiva concurrente afecta a la marcha disminuyendo la longitud de paso, conclusión que también se obtuvo en los estudios de Demirci et al.<sup>34</sup> (2016) y Möhwald et al.<sup>36</sup> (2020). Comparando este estudio con el estudio de Sütçü et al.<sup>38</sup> (2022), cabe

resaltar que en el estudio de Sütçü una tarea cognitiva concurrente disminuyó la velocidad de la marcha y una tarea motora concurrente aumentó la longitud de paso.

- Hocking et al.<sup>41</sup> (2017), destaca que una tarea cognitiva concurrente no influye en el tiempo de reacción del paso de elección.

También consideramos importante destacar el ensayo piloto de Winser et al.<sup>32</sup> (2019), por ser el único ensayo que realiza una **intervención terapéutica basada en DT**. En este estudio, se plantea como objetivo reducir el número de caídas. Este entrenamiento, basado en la realización de tareas de equilibrio en combinación con tareas cognitivas, mejoró el equilibrio y el DTC, además de reducir el número de caídas, en pacientes con AC.

En cuanto a qué acciones motoras se han utilizado para examinar el rendimiento motor de los participantes, destacamos lo siguiente:

- Jacobi et al.<sup>35</sup> (2015) y Kraan et al.<sup>39</sup> (2013) centran la evaluación en el **control postural/equilibrio estático**.
- Otros cuatro estudios, como anteriormente hemos comentado, se centran en el **equilibrio dinámico, como la marcha y los giros, o únicamente la marcha**: O’Keefe et al.<sup>33</sup> (2021). Möhwald et al.<sup>36</sup> (2020), Ilg et al.<sup>37</sup> (2013) y Kraan et al.<sup>40</sup> (2014).
- Tres estudios evalúan **tanto el equilibrio estático como dinámico**: Winser et al.<sup>32</sup> (2019), Demirci et al.<sup>34</sup> (2016) y Sütçü et al.<sup>38</sup> (2022).
- Hocking et al.<sup>41</sup> (2017), evalúa **el tiempo de reacción del paso de elección**.

En los diferentes estudios analizados, las tareas concurrentes que han formado parte de las DT han sido diversas, a continuación, se exponen qué tareas cognitivas/motoras se han utilizado:



- Winser et al.<sup>32</sup> (2019), utilizan tareas cognitivas muy variadas: tareas de memoria de trabajo, de seguimiento y fluidez verbal, y de atención y discriminación auditiva. Estas se combinan con múltiples tareas motoras: sentarse y levantarse de una silla, estar en bipedestación con los pies separados y en tándem, apoyo monopodal, alcance multidireccional, subir escaleras y caminar (equilibrio estático y dinámico).
- Por su parte, O’Keefe et al.<sup>33</sup> (2021), utilizan tareas de fluidez verbal como tarea cognitiva concurrente, al igual que el estudio de Winser et al.<sup>32</sup> (2019), pero solo la combina con marcha (equilibrio dinámico).
- Demirci et al.<sup>34</sup> (2016), por su parte, llevan a cabo pruebas de equilibrio estático (SLT y TS) y dinámico (360°, TUG, FSST) al igual que la intervención de Winser et al.<sup>32</sup> (2019), y estas las combinan, primero con tareas cognitivas concurrentes, que son tareas de memoria de trabajo y de seguimiento y fluidez verbal, y después con tareas motoras como llevar/sostener una bandeja con las dos manos o pasarse una pelota de una mano a la otra. Es decir, llevan a cabo, en primer lugar, una DT motora-cognitiva, y después una DT motora-motora.
- Jacobi et al.<sup>35</sup> (2015), se centran simplemente en el equilibrio estático, combinado con una tarea de memoria de trabajo, al igual que los estudios de Demirci et al.<sup>34</sup> (2016) y Winser et al.<sup>32</sup> (2019), aunque estos dos últimos, como anteriormente hemos dicho, se centran tanto en equilibrio estático como dinámico.
- Möhwald et al.<sup>36</sup> (2020), analizan únicamente la marcha como ocurre en el estudio de O’Keefe et al.<sup>33</sup>(2021), pero la combinan, primero con una tarea de memoria de trabajo, como se hace en los estudios de Winser et al.<sup>32</sup> (2019) y Demirci et al.<sup>34</sup> (2016), y después con una tarea motora, consistente en llevar una bandeja con las dos manos, como Demirci et al.<sup>34</sup> (2016), también lleva a cabo una DT motora-motora.
- Ilg et al.<sup>37</sup> (2013), difieren a los demás estudios expuestos hasta el momento en que si bien es cierto que solo evalúan la marcha, lo hacen de dos formas distintas, evaluando tanto la marcha normal como la marcha en tándem, y la combinan con una tarea de memoria de trabajo.
- Sütçü et al.<sup>38</sup> (2022), al igual que Winser et al.<sup>32</sup> (2019), y Demirci et al.<sup>34</sup> (2016), abordan tanto el equilibrio estático como el dinámico, lo hacen, primero, con una tarea cognitiva concurrente, luego con una tarea motora concurrente, y luego con

una tarea cognitivo-motora concurrente, esta última fue hablar por teléfono. Entre las tareas cognitivas concurrentes había tanto tareas de memoria de trabajo como de fluidez verbal, y, al igual que Demirci et al.<sup>34</sup>(2016) y Möhwald et al.<sup>36</sup> (2020), entre las tareas motoras concurrentes estaba la de llevar/sostener una bandeja con las dos manos.

- Kraan et al.<sup>39</sup> (2013), solo evalúan el equilibrio estático, al igual que Jacobi et al.<sup>35</sup> (2015), pero lo hacen con una tarea cognitiva concurrente de fluidez verbal, no de memoria de trabajo.
- Kraan et al.<sup>40</sup> (2014) se centran solo en evaluar la marcha, lo hacen con una tarea de memoria de trabajo concurrente, al igual que Winser et al.<sup>32</sup> (2019), Demirci et al.<sup>34</sup> (2016) y Sütçü et al.<sup>38</sup>(2022), pero estos estudios también abordan el equilibrio estático.
- Hocking et al.<sup>41</sup> (2017), son los únicos que evalúan el tiempo de reacción del paso de elección con una tarea cognitiva concurrente de fluidez verbal.

En base a lo analizado, las DT son un recurso con un amplio abanico de utilidades en sujetos con AC o síntomas atáxicos cerebelosos: permiten evaluar cómo influye la interferencia cognitiva en el rendimiento motor, pueden ser utilizadas como recurso terapéutico, posibilitan examinar cómo influyen las lesiones focales cerebelosas en determinadas funciones cerebrales, y, además, adquieren un peso importante a la hora de descubrir hallazgos clínicos que puedan predecir marcadores de riesgo o que permitan conocer relaciones entre factores genéticos y estructurales, en pacientes propensos a desarrollar FXTAS debido a que presentan la PM en el gen FMR1, es decir, presentan cierto peso diagnóstico en estos sujetos. En esta revisión bibliográfica, se ha apreciado que, hasta este momento, los estudios que abordan a sujetos con AC se han utilizado, sobre todo, para evaluar cómo influye la interferencia cognitiva en el rendimiento motor.

Las demandas cognitivas concurrentes que más se utilizan, son tareas de memoria de trabajo y de fluidez verbal, y en cuanto a las demandas motoras concurrentes, en los estudios analizados, predomina la utilización de la acción de llevar/sostener una bandeja con las manos, con el fin de apreciar cómo se comportan estos sujetos ante demandas motoras bilaterales. Las acciones principales que deben realizar los participantes para que los investigadores aprecien cómo varía el rendimiento motor en estas, según la dificultad, de esas

demandas concurrentes, son, sobre todo, la marcha y el control postural en un contexto de equilibrio estático, sin embargo, algunos estudios también examinan la capacidad de giro, la capacidad para el SLT, y el TS, etc. Solo uno de los ensayos, se centra en el tiempo de reacción del paso de elección.

En cuanto a los resultados obtenidos podemos afirmar que, en la mayoría de los estudios, las DT han tenido una repercusión negativa en el rendimiento motor de los sujetos con AC, excepto en el realizado por Jacobi et al.<sup>35</sup> (2015), en el cual una tarea cognitiva de memoria de trabajo simultánea a la acción de intentar mantener el equilibrio estático, disminuyó la trayectoria de balanceo, y en el llevado a cabo por Hocking et al.<sup>41</sup> (2017), en pacientes con PM, en el cual se apreció que, una interferencia cognitiva, no influyó negativamente en tener que dar un paso eligiendo el sujeto la dirección del mismo, en función de un estímulo.

Cabe destacar que, aunque la mayor parte de los ensayos clínicos desarrollados contaban con buen nivel de evidencia y grado de recomendación, han sido de pobre calidad metodológica, puesto que la mayoría fueron ensayos clínicos controlados donde los grupos los conformaban sujetos con patología y sujetos sin patología, por tanto, los sujetos de los mismos no se pudieron aleatorizar. Hay un único ensayo clínico piloto, que realiza una intervención con un grupo de pacientes muy reducido, y aunque han obtenido buenos resultados, se necesitan ensayos clínicos aleatorizado de mayor solidez, como ellos mismos proponen.

En cuanto a líneas futuras de investigación, consideramos fundamental que se deben desarrollar ensayos clínicos en los cuales se realicen, no solo evaluaciones, sino también intervenciones de mayor calidad, para afirmar con rigurosidad que las DT tienen potencial como recurso terapéutico, puesto que, ya hemos comprobado, desde luego, que una interferencia cognitiva o motora simultánea, merma el rendimiento motor de estos sujetos, incrementando sus debilidades y reduciendo su participación en las actividades de la vida diaria. Aunque pese a que falta experimentación, hay evidencia fisiológica y anatómica de que las DT, pueden ser muy beneficiosas para sujetos con AC.

## **8. CONCLUSIONES**

-Las DT, tienen efectos negativos sobre el rendimiento motor en la mayor parte de actividades motoras analizadas en sujetos con AC: marcha, giros, equilibrio estático.

-Existe suficiente evidencia anatómica y fisiológica que respalda la utilización de las DT como recurso terapéutico, existiendo redes neuronales que se sobreactivan bajo estas circunstancias, y, además, el cerebelo podría mediar la automatización de ciertas actividades, mejorando el DTC. Por otro lado, la utilización de las DT ha tenido buenos resultados en otras patologías neurológicas.

-No hemos identificado ningún protocolo de evaluación ni intervención definidos como tal, utilizados para abordar los síntomas en pacientes con AC. En la utilización de las DT, varían tanto las actividades en las que se analiza el rendimiento motor, como las tareas concurrentes que se utilizan. Además, las DT se usan con más propósitos que el de evaluar cómo influye una interferencia cognitivo-motora en el rendimiento motor.

-Las variables de estudio que se pretenden evaluar y/o intervenir, están relacionadas con el DTC, control postural o equilibrio, y marcha.

- De los 12 estudios que se han analizado en esta revisión sistemática, 9 cuentan con un nivel de evidencia 1B y un grado de recomendación A, debido a que son ensayos clínicos controlados; 1 de ellos cuenta con un nivel de evidencia -1A y un grado de recomendación D por ser una revisión sistemática cuyos resultados obtenidos han sido muy heterogéneos; y, por último, 2 de ellos cuentan con un nivel de evidencia -1C y un grado de recomendación D por ser ensayos clínicos sin grupo control.

-La calidad metodológica, ha sido bastante pobre en todos los ensayos analizados, debido a que los estudios no se describieron como aleatorizados ni tampoco como doble ciego, básicamente porque no trabajaban con dos grupos de sujetos con patología. Además, los clínicos explicaban a los participantes lo que tenían que hacer y ellos mismos analizaban los datos obtenidos. Sólo en tres estudios, se nombran las pérdidas o retiradas de pacientes que hubo.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Graves RS. Users' Guides to the Medical Literature: A Manual for Evidence-Based Clinical Practice. J Med Libr Assoc. octubre de 2002;904:483.
2. Junquera LM, Baladrón J, Albertos JM, Olay S. Medicina basada en la evidencia (MBE): Ventajas. Rev Esp Cir Oral Maxilofac. octubre de 2003;255:265-72.
3. Manterola C, Astudillo P, Arias E, Claros N. Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. Cir Esp. 1 de marzo de 2013;913:149-55.
4. Flourens: Recherches expérimentales sur les propriétés... - Google Académico [Internet]. [citado 1 de junio de 2023]. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Recherches%20experimentales%20sur%20les%20proprietes%20et%20les%20fonctions%20du%20systeme%20nerveux%2C%20dans%20les%20animaux%20vertebres&publication\\_year=1824&author=P.%20Flourens](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Recherches%20experimentales%20sur%20les%20proprietes%20et%20les%20fonctions%20du%20systeme%20nerveux%2C%20dans%20les%20animaux%20vertebres&publication_year=1824&author=P.%20Flourens)
5. Flint: The Physiology of Man: Designed to Represent... - Google Académico [Internet]. [citado 1 de junio de 2023]. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=The%20Physiology%20of%20Man%3A%20designed%20to%20represent%20the%20existing%20state%20of%20physiological%20science%20as%20applied%20to%20the%20functions%20of%20the%20human%20body&publication\\_year=1873&author=A.%20Flint%20Jr](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=The%20Physiology%20of%20Man%3A%20designed%20to%20represent%20the%20existing%20state%20of%20physiological%20science%20as%20applied%20to%20the%20functions%20of%20the%20human%20body&publication_year=1873&author=A.%20Flint%20Jr)
6. Holmes: The symptoms of acute cerebellar injuries... - Google Académico [Internet]. [citado 1 de junio de 2023]. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=The%20symptoms%20of%20acute%20cerebellar%20injuries%20due%20to%20gunshot%20wounds&publication\\_year=1917&author=G.%20Holmes](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=The%20symptoms%20of%20acute%20cerebellar%20injuries%20due%20to%20gunshot%20wounds&publication_year=1917&author=G.%20Holmes)
7. Holmes: A form of familial degeneration of the cerebellum - Google Académico [Internet]. [citado 1 de junio de 2023]. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=A%20form%20of%20familial%20degeneration%20of%20the%20cerebellum&publication\\_year=1907&author=G.%20Holmes](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=A%20form%20of%20familial%20degeneration%20of%20the%20cerebellum&publication_year=1907&author=G.%20Holmes)
8. Evarts EV, Thach WT. Motor mechanisms of the CNS: cerebrocerebellar interrelations. Annu Rev Physiol. 1969;31:451-98.
9. Leiner HC, Leiner AL, Dow RS. Reappraising the cerebellum: what does the hindbrain contribute to the forebrain? Behav Neurosci. octubre de 1989;1035:998-1008.
10. Buckner RL. The Cerebellum and Cognitive Function: 25 Years of Insight from Anatomy and Neuroimaging. Neuron. 30 de octubre de 2013;803:807-15.
11. Petersen SE, Fox PT, Posner MI, Mintun M, Raichle ME. Positron Emission Tomographic Studies of the Processing of Single Words. J Cogn Neurosci. 1 de abril de 1989;12:153-70.
12. Schmahmann JD. Rediscovery of an Early Concept. En: Schmahmann JD, editor. International Review of Neurobiology [Internet]. Academic Press; 1997 [citado 2 de junio de

- 2023]. p. 3-27. (Review of; vol. 41). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0074774208603451>
13. D'Angelo E. Physiology of the cerebellum. *Handb Clin Neurol*. 2018;154:85-108.
  14. Bloedel JR, Ebner TJ, Wise SP. *The Acquisition of Motor Behavior in Vertebrates*. MIT Press; 1996. 470 p.
  15. Delgado-García JM. [Structure and function of the cerebellum]. *Rev Neurol*. 1 de octubre de 2001;337:635-42.
  16. Schmahmann JD. The cerebellum and cognition. *Neurosci Lett*. 1 de enero de 2019;688:62-75.
  17. Adrian ED. Afferent areas in the cerebellum connected with the limbs. *Brain*. 1943;664:289-315.
  18. Ito M. Control of mental activities by internal models in the cerebellum. *Nat Rev Neurosci*. 2008;94:304-13.
  19. Brusse E, Maat-Kievit J, Van Swieten J. Diagnosis and management of early- and late-onset cerebellar ataxia. *Clin Genet*. 2007;711:12-24.
  20. Beaudin M, Klein CJ, Rouleau GA, Dupré N. Systematic review of autosomal recessive ataxias and proposal for a classification. *Cerebellum Ataxias*. 23 de febrero de 2017;4:3.
  21. Marsden JF. Chapter 17 - Cerebellar ataxia. En: Day BL, Lord SR, editores. *Handbook of Clinical Neurology* [Internet]. Elsevier; 2018 [citado 2 de junio de 2023]. p. 261-81. (Balance, Gait, and Falls; vol. 159). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444639165000173>
  22. Timmann D, Konczak J, Ilg W, Donchin O, Hermsdörfer J, Gizewski ER, et al. Current advances in lesion-symptom mapping of the human cerebellum. *Neuroscience*. 1 de septiembre de 2009;1623:836-51.
  23. Bodranghien F, Bastian A, Casali C, Hallett M, Louis ED, Manto M, et al. Consensus Paper: Revisiting the Symptoms and Signs of Cerebellar Syndrome. *The Cerebellum*. 1 de junio de 2016;153:369-91.
  24. van het Reve E, de Bruin ED. Strength-balance supplemented with computerized cognitive training to improve dual task gait and divided attention in older adults: a multicenter randomized-controlled trial. *BMC Geriatr*. 15 de diciembre de 2014;14:134.
  25. Shumway-Cook A, Woollacott M, Kerns KA, Baldwin M. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. julio de 1997;524:M232-240.
  26. Marchese R, Bove M, Abbruzzese G. Effect of cognitive and motor tasks on postural stability in Parkinson's disease: a posturographic study. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc*. junio de 2003;186:652-8.
  27. O'Shea S, Morris ME, Iansek R. Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks. *Phys Ther*. septiembre de 2002;829:888-97.

28. Huang HJ, Mercer VS. Dual-task methodology: applications in studies of cognitive and motor performance in adults and children. *Pediatr Phys Ther Off Publ Sect Pediatr Am Phys Ther Assoc.* 2001;133:133-40.
29. Sala SD, Baddeley A, Papagno C, Spinnler H. Dual-Task Paradigm: A Means To Examine the Central Executive. *Ann N Y Acad Sci.* 1995;7691:161-72.
30. OCEBM Levels of Evidence — Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM), University of Oxford [Internet]. [citado 5 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/ocebmllevels-of-evidence>
31. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJ, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials.* febrero de 1996;171:1-12.
32. Winser S, Pang MYC, Rauszen JS, Chan AYY, Chen CH, Whitney SL. Does integrated cognitive and balance (dual-task) training improve balance and reduce falls risk in individuals with cerebellar ataxia? *Med Hypotheses.* mayo de 2019;126:149-53.
33. O’Keefe JA, Guan J, Robertson E, Biskis A, Joyce J, Ouyang B, et al. The Effects of Dual Task Cognitive Interference and Fast-Paced Walking on Gait, Turns, and Falls in Men and Women with FXTAS. *Cerebellum.* 2021;202:212-21.
34. Demirci CS, Kilinc M, Yildirim SA. The effect of dual task on clinical balance performance in ataxia patients. *Fiz Rehabil.* 2016;271:1-7.
35. Jacobi H, Alfes J, Minnerop M, Konczak J, Klockgether T, Timmann D. Dual task effect on postural control in patients with degenerative cerebellar disorders. *Cerebellum Ataxias.* 2015;21.
36. Möhwald K, Wuehr M, Schenkel F, Feil K, Strupp M, Schniepp R. The gait disorder in primary orthostatic tremor. *J Neurol.* 2020;267:285-91.
37. Ilg W, Christensen A, Mueller OM, Goericke SL, Giese MA, Timmann D. Effects of cerebellar lesions on working memory interacting with motor tasks of different complexities. *J Neurophysiol.* 2013;11010:2337-49.
38. Sütçü G, Doğan M, Topuz S. Investigation of postural control and spatiotemporal parameters of gait during dual tasks in ataxic individuals. *Neurol Sci.* 1 de octubre de 2022;4310:5943-9.
39. Kraan CM, Hocking DR, Georgiou-Karistianis N, Metcalfe SA, Archibald AD, Fielding J, et al. Cognitive-motor interference during postural control indicates at-risk cerebellar profiles in females with the FMR1 premutation. *Behav Brain Res.* 2013;253:329-36.
40. Kraan CM, Hocking DR, Georgiou-Karistianis N, Metcalfe SA, Archibald AD, Fielding J, et al. Age and CGG-repeat length are associated with neuromotor impairments in at-risk females with the FMR1 premutation. *Neurobiol Aging.* 1 de septiembre de 2014;359:2179.e7-2179.e13.
41. Hocking DR, Birch RC, Bui QM, Menant JC, Lord SR, Georgiou-Karistianis N, et al. Cerebellar volume mediates the relationship between FMR1 mRNA levels and voluntary step initiation in males with the premutation. *Neurobiol Aging.* 1 de febrero de 2017;50:5-12.

42. Butcher PA, Ivry RB, Kuo SH, Rydz D, Krakauer JW, Taylor JA. The cerebellum does more than sensory prediction error-based learning in sensorimotor adaptation tasks. *J Neurophysiol.* 2017;1183:1622-36.
43. Wu T, Liu J, Hallett M, Zheng Z, Chan P. Cerebellum and integration of neural networks in dual-task processing. *NeuroImage.* 15 de enero de 2013;65:466-75.
44. Ilg W, Timmann D. Gait ataxia--specific cerebellar influences and their rehabilitation. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* 15 de septiembre de 2013;2811:1566-75.
45. Zijlstra A, Ufkes T, Skelton DA, Lundin-Olsson L, Zijlstra W. Do Dual Tasks Have an Added Value Over Single Tasks for Balance Assessment in Fall Prevention Programs? A Mini-Review. *Gerontology.* 7 de mayo de 2008;541:40-9.
46. Milman U, Atias H, Weiss A, Mirelman A, Hausdorff JM. Can Cognitive Remediation Improve Mobility in Patients with Parkinson's Disease? Findings from a 12 week Pilot Study. *J Park Dis.* 1 de enero de 2014;41:37-44.
47. O'Keefe JA, Robertson EE, Ouyang B, Carns D, McAsey A, Liu Y, et al. Cognitive function impacts gait, functional mobility and falls in fragile X-associated tremor/ataxia syndrome. *Gait Posture.* 1 de octubre de 2018;66:288-93.



## 10. ANEXOS

### Anexo 1. Escala Oxford

Grado de recomendación	Nivel de evidencia	Fuente
<b>A</b>	1A	Revisión sistemática de ECA, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	1B	ECA individual (con intervalos de confianza estrechos)
	1C	Eficacia demostrada por la práctica clínica y no por la experimentación
<b>B</b>	2A	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección
	2B	Estudio de cohortes individual y ensayos clínicos aleatorios de baja calidad (< 80% de seguimiento)
	2C	Investigación de resultados en salud
	3A	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección
	3B	Estudios de casos y controles individuales
<b>C</b>	4	Serie de casos y estudios de cohortes y casos y controles de baja calidad
*Si tenemos un único estudio con IC amplios o una revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa, se indica añadiendo el signo (-) al nivel de evidencia que corresponda y la recomendación que se deriva es una D		

## Anexo 2. Escala Jadad

### 1. ¿El estudio fue descrito como randomizado/aleatorizado?

- 1. Sí
- 2. No

### 2. ¿Se describe el método para generar la secuencia de aleatorizado y este método es adecuado?

- 1. Sí
- 2. No

### 3. ¿El estudio se describe como doble ciego?

- 1. Sí
- 2. No

### 4. ¿Se describe el método de cegamiento y este método es adecuado?

- 1. Sí
- 2. No

### 5. ¿Existió una descripción de las pérdidas y las retiradas?

- 1. Sí
- 2. No

La máxima puntuación que puede obtener un Ensayo Clínico Aleatorizado ( ECA) es de 5 puntos. Si la puntuación de un ECA es menor a 3, se considera que tiene una calidad metodológica deficiente.

La escala de Jadad evalúa específicamente los sesgos relacionados con la aleatorización, el enmascaramiento de los pacientes y los investigadores (doble ciego), y la descripción de las pérdidas de seguimiento. Este cuestionario es simple, rápido de aplicar y ha sido validado.

El cuestionario proporciona una puntuación en una escala de 0 a 5 puntos, donde una puntuación más alta indica una mejor calidad metodológica del ECA evaluado. Un ECA se considera “riguroso” si obtiene una puntuación de 5 puntos. Por su parte, un ECA se considera de baja calidad metodológica si su puntuación es inferior a 3 puntos.

### Anexo 3. Resumen de las variables

ESTUDIO	RESUMEN
Winser et al. <sup>32</sup> (2019)	<p><b>Tipo de estudio:</b> ensayo clínico piloto.</p> <p><b>Objetivo:</b> reducir el número de caídas en sujetos con ataxia cerebelosa.</p> <p><b>Muestra:</b> 5 sujetos con ataxia cerebelosa</p> <p><b>Intervención:</b> CIBT</p> <p><b>Instrumentos de medida:</b> fórmula para DTC utilizando el TUG, SOT, d-SOT, Subcomponentes de equilibrio de SARA, BBS, LOS, diario digital para caídas, MoCA, SARA, cuestionario EQ-5D-5L.</p> <p><b>Resultados:</b> Mejora del equilibrio y DTC, disminución del número de caídas.</p> <p><b>Conclusiones:</b> la DT en estos sujetos podría lograr grandes mejoras si llevan a cabo el ECA propuesto.</p>
O’Keefe et al. <sup>33</sup> (2021)	<p><b>Tipo de estudio:</b> ECC.</p> <p><b>Objetivo:</b> medir el impacto de la interferencia cognitivo-motora y la marcha rápida en la marcha y el giro en personas con FXTAS.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p><u>30 participantes con FXTAS</u> con los siguientes criterios de inclusión: capacidad para caminar al menos durante dos minutos sin un dispositivo de asistencia, una prueba genética que confirme el tamaño de repetición de la secuencia CGG (de 55 a 200 en el cromosoma X), diagnóstico de FXTAS probable o definitivo basado en los criterios que se establecieron en el estudio y, por último, que pudiesen seguir instrucciones.</p> <p>Los criterios de exclusión fueron: antecedentes de ACV con déficit neurológico focal u otra enfermedad neurológica o muscular, trastorno convulsivo grave o TCE previo que causó daño cerebral estructural y diagnóstico de demencia realizado por neurólogo o neuropsicólogo.</p> <p><u>35 controles emparejados por edad</u> cuyos criterios de inclusión fueron: examen neurológico normal y menos de 55 repeticiones en la secuencia CGG.</p>

Los criterios de exclusión fueron los mismos que los de los participantes con FXTAS más los siguientes: antecedentes significativos de temblores, problemas de equilibrio, caídas o mareos excesivos.

-Todos los participantes debían ser mayores de 50 años.

**Evaluación:** análisis de marcha en sistema MobilityLab durante tres condiciones diferentes: ritmo autoseleccionado, marcha rápida y ritmo autoseleccionado con tarea de fluidez verbal simultánea.

**Instrumentos de medida:** MoCA, fórmula para DTC, 2MWT, velocidad de giro y número de pasos utilizados para girar, escala de calificación FXTAS, FIM, BBS, ABC, PCR.

**Resultados:**

-El DTC fue mayor en los participantes con FXTAS y, además, estos participantes, realizaron los giros más lentos bajo esta condición.

-Las puntuaciones obtenidas por estos sujetos fueron menores, y presentaron una longitud y velocidad de zancada más bajas, además de que el tiempo en fase de balanceo fue menor y en la fase de apoyo mayor, en todas las condiciones de marcha.

-El número de pasos para realizar giros también fue mayor en los sujetos con FXTAS y la velocidad fue menor en comparación con el grupo control.

**Conclusiones:**

-Existe una interferencia cognitiva para girar, que presenta más exigencias que caminar recto.

-Los participantes con FXTAS priorizaron la marcha sobre las demandas cognitivas.

-Mayor DTC en los participantes con FXTAS.

-Bajo la condición de marcha rápida los individuos FXTAS mostraron reducción de la cadencia y aumento de la variabilidad de la marcha, y la variabilidad de la zancada se asoció con aumento del número de caídas.

-Tiene más peso para aumentar la variabilidad de marcha y predecir caídas en estos sujetos la marcha rápida que la DT.

Demirci et al. <sup>34</sup> (2016)

**Tipo de estudio:** ECC.

**Objetivo:** investigar los efectos de las tareas motoras y cognitivas concurrentes en el rendimiento del equilibrio en sujetos con y sin ataxia.

**Muestra:**

25 participantes con ataxia cerebelosa con los siguientes criterios de inclusión: que fuesen capaces de caminar de manera independiente y con una gravedad de enfermedad parecida (inicio de la enfermedad), 24 puntos en el MMSE, no tener problemas de habla y ser voluntario para unirse al estudio.

Criterios de exclusión: sujetos con otros problemas neurológicos, ortopédicos y cardiovasculares que pudiesen comprometer la marcha. Han sido 12 hombres y 13 mujeres.

25 participantes sin ataxia cerebelosa: emparejados por edad y género.

**Evaluación:** se realizan diferentes pruebas de equilibrio, en un primer momento sin realizar ninguna tarea al mismo tiempo, y posteriormente con una tarea cognitiva y motora, respectivamente.

**Instrumentos de medida:** fórmula para el DTC, MMSE, ICARS, número de caídas, SLT, TS, giro 360 grados, TUG, FSST.

**Resultados:**

-Los tiempos de SLT y TS fueron más bajos en sujetos atáxicos; por su parte, para girar 360°, para realizar el TUG y el FSST, fueron más altos.

-Las tareas motoras redujeron significativamente los resultados del TS.

-El tiempo para la realización del giro 360° aumentó con las tareas cognitivas y motoras en ambos grupos.

-La tarea cognitiva aumentó el tiempo de la realización del TUG en ambos grupos.

-La prueba FSST se completó en más tiempo cuando se realizó con tarea motora en sujetos atáxicos; en el grupo control aumentó con las tareas cognitivas y motoras.

-Las tasas de déficit causadas por tareas concurrentes fueron similares en ambos grupos, excepto en el FSST con tarea cognitiva.

	<p>-En sujetos con ataxia los déficits de tareas motoras eran más evidentes que los déficits de tareas cognitivas en el FSST.</p> <p>-En la prueba de girar 360°, el déficit de tareas cognitivas fue mayor que el de tareas motoras.</p> <p>-En el grupo de comparación se observó que el déficit de tareas cognitivas fue mayor que el déficit de tareas motoras en la prueba de rotación 360°.</p> <p><b>Conclusiones:</b> en personas con ataxia se vio afectado tanto el rendimiento del equilibrio estático como el rendimiento del equilibrio dinámico mientras se realizaban otras tareas al mismo tiempo, y especialmente en las pruebas dinámicas. En los individuos sanos el rendimiento del equilibrio solo se vio afectado por las tareas concurrentes en las pruebas de equilibrio dinámico.</p>
Jacobi et al. <sup>35</sup> (2015)	<p><b>Tipo de estudio:</b> ECC.</p> <p><b>Objetivo:</b> evaluar como la distracción cognitiva afecta a la postura en pacientes con trastornos cerebelosos degenerativos crónicos.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p><u>20 pacientes con trastornos degenerativos cerebelosos de inicio en edad adulta (10 hombres y 10 mujeres)</u>, con los siguientes criterios de inclusión: ataxia casi puramente cerebelosa y edad entre 18 y 75 años.</p> <p>Criterios de exclusión: otras enfermedades neurológicas o síntomas que no fueran cerebelosos y la ingesta de sedantes.</p> <p>De los 20 pacientes: 12 pacientes presentaban ataxia espinocerebelosa tipo 6, 3 pacientes ataxia cerebelosa autoinmune con anticuerpos GAD, 2 pacientes ataxia autosómica dominante puramente cerebelosa y otros 2 cerebelitis.</p> <p><u>20 controles sanos (10 hombres y 10 mujeres)</u> con los siguientes criterios de inclusión: edad entre 18 y 75 años.</p> <p>Criterios de exclusión: que presentasen enfermedades neurológicas u ortopédicas.</p> <p><b>Evaluación:</b> los participantes tratan de mantenerse estables bajo seis condiciones de postura diferente, cada prueba se</p>

	<p>realiza con y sin tarea concurrente, en este caso, una tarea de memoria de trabajo verbal.</p> <p><b>Instrumentos de medida:</b> SARA, ICARS, SOT.</p> <p><b>Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-En los participantes cerebelosos, el área de balanceo varió muy considerablemente según la condición de la tarea, más que en los sujetos controles.</li><li>-La DT hizo que la trayectoria y el área de balanceo, al igual que ambas oscilaciones, fueran menores en ambos grupos.</li><li>-Bajo condiciones avanzadas, la DT hizo que, sobre todo, la trayectoria de balanceo fuera menor en los pacientes cerebelosos.</li><li>-La DT también aumentó el riesgo de caída en las condiciones más complejas.</li></ul> <p><b>Conclusiones:</b> los parámetros de balanceo durante las condiciones de DT cambiaron en los pacientes y dieron lugar a mayor riesgo de caídas.</p>
Möhwald et al. <sup>36</sup> (2020)	<p><b>Tipo de estudio:</b> ECC.</p> <p><b>Objetivo:</b> descubrir posibles alteraciones de la marcha y la estabilidad postural dinámica en pacientes con TO.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p><u>18 pacientes con TO (10 mujeres y 8 hombres), de entre 54 y 77 años, con síntomas típicos y temblor de alta frecuencia.</u></p> <p><u>18 controles sanos de la misma edad (10 mujeres y 8 hombres)</u></p> <p><b>Evaluación:</b> se evalúa la capacidad de marcha de los pacientes y controles en una alfombra sensible a la presión, sistema GAITRite, deben caminar bajo 7 condiciones diferentes de velocidad, sensoriales y de doble tarea. Con respecto a la DT, los participantes tuvieron que caminar bajo dos condiciones diferentes, bajo la demanda de una tarea cognitiva y bajo la demanda de una tarea motora.</p> <p><b>Instrumentos de medida:</b> Prueba de Romberg, ABC, FES-1, caídas en los últimos 6 meses, FGA, pasarela electrónica GAITRite.</p> <p><b>Resultados:</b> la DT cognitiva empeoró la capacidad de marcha, haciendo mucho más complicado el desempeño de esta,</p>

	<p>influyendo negativamente en la base de apoyo y el tiempo de zancada.</p> <p><b>Conclusiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-El TO se asocia con un trastorno de la marcha específico caracterizado por una marcha tambaleante de base amplia, similar a una marcha cerebelosa.</li><li>-La marcha se hizo más inestable con retiro visual y se normalizó con velocidades más rápidas, esto sugiere un déficit propioceptivo o vestibulo-cerebeloso como la principal causa de alteración.</li><li>-Disminución del rendimiento de la marcha durante la DT cognitiva, lo que parece indicar una posible afectación en el procesamiento cognitivo.</li></ul>
<p>Ilg et al. <sup>37</sup> (2013)</p>	<p><b>Tipo de estudio:</b> ECC.</p> <p><b>Objetivo:</b> examinar la influencia de las lesiones focales del cerebelo en la memoria de trabajo, en la marcha y en la interacción entre la memoria de trabajo y diferentes tareas de marcha, bajo una demanda de DT.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p><u>17 pacientes jóvenes con lesiones focales crónicas después de la resección de un tumor cerebeloso, (10 mujeres, 7 hombres).</u></p> <p>Rango de edad de 18 a 45 años.</p> <p>Todos los pacientes mostraron síntomas leves de ataxia y caminaban sin ayuda.</p> <p><u>17 controles de la misma edad, (10 mujeres, 7 hombres).</u> Rango de edad de 18 a 45 años.</p> <p><b>Evaluación:</b> los participantes realizan una tarea de memoria de trabajo que presenta 4 niveles de dificultad distintos, bajo tres condiciones diferentes: sedestación, marcha normal y marcha en tándem.</p> <p><b>Instrumentos de medida:</b> ICARS, RM.</p> <p><b>Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-El rendimiento en la tarea de memoria de trabajo disminuyó significativamente mientras se caminaba o a medida que se aumentaba la dificultad de esta.</li></ul>



-Existe una mayor variabilidad de la marcha en tándem con el aumento de la dificultad de la tarea de memoria de trabajo.

-La variabilidad de la marcha, caminando normal mientras se realizaba la tarea de memoria de trabajo, no mostró un aumento significativo en comparación con las condiciones de referencia (sin tarea de memoria de trabajo).

-Se relacionó directamente la disminución del rendimiento en la tarea de memoria de trabajo mientras se caminaba, con un cambio atencional en beneficio de la marcha por la priorización de no caerse.

**Conclusiones:**

-El mapeo de los síntomas indica que la disminución del rendimiento en la tarea de memoria de trabajo mientras se estaba sentado se asocia con el hemisferio posterolateral cerebelar y el núcleo dentado.

-La disminución del rendimiento en la tarea de memoria de trabajo bajo condiciones de DT se asoció con áreas motoras, entre las que cabe citar porciones dorsales del dentado y del núcleo interpuesto, lo que sugiere una priorización de la tarea motora.

-Caminando normal, el aumento de la variabilidad de marcha se asoció con lesiones en las regiones medial e intermedia, mientras que, en la marcha en tándem, las lesiones se percibían en los hemisferios posterolaterales y el núcleo dentado.

-Se apreció que las regiones posterolaterales del cerebelo estaban superpuestas con las regiones relacionadas con el rendimiento en la tarea de memoria de trabajo. Además, observamos una variabilidad mayor de la marcha en la prueba de marcha en tándem, con dificultad aumentada en la tarea de memoria de trabajo. Esto sugiere que los efectos de la DT en pacientes cerebelosos están, al menos parcialmente, causados en parte por una participación de las regiones posterolaterales tanto en la memoria de trabajo como en las actividades motoras complejas.

Sütçü et al.<sup>38</sup> (2022)

**Tipo de estudio:** ensayo clínico sin grupo control.

**Objetivo:** examinar los efectos de la DT sobre el control postural y los parámetros espaciotemporales de la marcha en individuos atáxicos.

**Muestra:**

20 individuos atáxicos, con los siguientes criterios de inclusión: diagnóstico de ataxia realizado por neurólogo, edad entre 20 y 65 años y capacidad para caminar sin apoyo.

Los criterios de exclusión fueron la presencia de un trastorno neurológico distinto a la ataxia o cualquier problema cognitivo.

**Evaluación:** se mide el control postural de los pacientes utilizando una plataforma de fuerza mientras se realizan cinco pruebas posturales y se analizan las características espaciotemporales de la marcha con una pasarela electrónica. Primero se evalúa el control postural y la marcha sin ninguna tarea simultánea y después con una tarea cognitiva, luego una tarea motora y finalmente con una tarea cognitivo-motora al mismo tiempo.

**Instrumentos de medida:** MMSE, ICARS, LOS y 4 pruebas de estabilidad (ojos abiertos y cerrados en superficie estable e inestable) en plataforma Bertec, pasarela electrónica GAITRite.

**Resultados:**

-Aumentó el balanceo postural anteroposterior en la condición de ojos abiertos sin estabilidad perturbada mientras se realizaba la tarea cognitivo-motora de hablar por teléfono.

-Aumentó el balanceo postural anteroposterior en la condición de ojos abiertos y con estabilidad perturbada bajo todas las tareas que presentaban demandas cognitivas, en estas condiciones, el balanceo lateral se vio reducido al llevar un vaso de agua en una bandeja, lo que demuestra que las actividades que implican habilidades motoras bilaterales pueden tener efectos positivos en estos sujetos, así como también un foco de atención externo.

-Las tareas cognitivas también tuvieron repercusión sobre la velocidad, cadencia y tiempo de paso, y que las tareas motoras afectaron más a la longitud de paso.

	<p>-Las tareas motoras afectan más al equilibrio dinámico que al equilibrio estático.</p> <p>-No se vio afectada la base de apoyo por las condiciones de las DT.</p> <p><b>Conclusiones:</b> se consideran fundamentales las evaluaciones del control postural y de la marcha en sujetos atáxicos bajo las condiciones de DT que puedan formar parte de su día a día.</p>
<p><b>Kraan et al. <sup>39</sup> (2013)</b></p>	<p><b>Tipo de estudio:</b> ECC</p> <p><b>Objetivo:</b> examinar el control sensoriomotor y postural básico bajo diferentes demandas de DT sensoriales y atencionales en mujeres con la PM en el gen FMR1.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p><u>28 mujeres portadoras de la PM.</u> Rango de edad de 22 a 53 años.</p> <p><u>31 controles femeninos.</u> Rango de edad de 22 a 55 años.</p> <p>Todos los participantes tenían una audición y una visión normales. Se excluyó a los participantes si presentaban antecedentes de epilepsia, TCE grave, diagnóstico previo de fibromialgia o neuropatía o cualquier signo de discapacidad intelectual.</p> <p><b>Evaluación:</b> se evalúa el perfil fisiológico, concretamente se mide: sensibilidad al contraste, tiempo de reacción, propiocepción, fuerza muscular y control postural. El control postural se evalúa pidiéndole a los participantes que mantengan el equilibrio 60 segundos bajo 4 condiciones distintas, después, en dos de esas condiciones, se pidió que realizaran simultáneamente una tarea de fluidez verbal.</p> <p><b>Instrumentos de medida:</b> Escala de Calificación FXTAS, PCR, 4 pruebas de estabilidad evaluadas con medidor de balanceo</p> <p><b>Resultados:</b></p> <p>-Las portadoras de la PM tuvieron un tiempo de reacción más lento y peor conciencia propioceptiva</p> <p>-Se desarrollaron mucho peor que los controles en las tres condiciones de tarea de fluidez verbal.</p>

	<p>-Se observaron déficits centrales asociados al control postural mientras se realizó al mismo tiempo esta actividad, en parte también debido a que existen dos demandas atencionales al mismo tiempo, y que, precisamente estos sujetos, podrían presentar ligeras dificultades de control atencional.</p> <p>-En bases inestables, la longitud de repetición de la secuencia CGG modera la relación entre la edad y la inestabilidad postural, concretamente para el desplazamiento medio lateral, durante el desempeño de DT en mujeres portadoras de PM.</p> <p>-En bases estables, la edad mostró una asociación negativa, con un mayor desplazamiento anteroposterior durante la condición de DT, con una tarea fluidez verbal concurrente. También hubo una asociación positiva entre la longitud de repetición CGG y el desplazamiento medio lateral durante la tarea secundaria.</p> <p><b>Conclusiones:</b> el desplazamiento medio lateral existente en las tareas de control postural que se realizan al mismo tiempo que una tarea cognitiva está modulado genéticamente y por la edad en mujeres portadoras de la PM.</p>
<p><b>Kraan et al. <sup>40</sup> (2014)</b></p>	<p><b>Tipo de estudio:</b> ECC.</p> <p><b>Objetivo:</b> identificar marcadores potenciales de deterioro cognitivo y motor en mujeres portadoras de PM en el gen FMR1, utilizando el paradigma de la DT</p> <p><b>Muestra:</b> <u>28 mujeres portadoras de PM</u> <u>31 mujeres controles</u></p> <p>Todos los participantes tenían una audición y una visión normales. Se excluyó a los participantes si presentaban antecedentes de epilepsia, TCE grave, diagnóstico previo de fibromialgia o neuropatía o cualquier signo de discapacidad intelectual.</p> <p><b>Evaluación:</b> Se evalúan características espaciotemporales y variabilidad de la marcha bajo tres condiciones diferentes: sin tarea cognitiva simultánea y con tarea cognitiva simultánea, con dos niveles de dificultad diferentes para esta última.</p>

	<p><b>Instrumentos de medida:</b> fórmula para el DTC, Escala de Calificación FXTAS, PCR, pasarela electrónica GAITRite, Escala abreviada de inteligencia Wechsler.</p> <p><b>Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-La DT generó que las portadoras caminaran más lento y con la longitud de paso reducida.</li><li>-Hubo correlaciones importantes entre el rendimiento en la tarea de memoria de trabajo y ciertas características de la marcha solo para las portadoras.</li><li>-Una baja capacidad para desenvolverse en las tareas de memoria de trabajo se correlacionó con un ritmo reducido y mayor variabilidad en las portadoras de PM.</li><li>-Existió una interacción importante entre la edad y la longitud de repetición CGG para la variabilidad de la marcha mientras se realizaba al mismo tiempo una de las tareas cognitivas.</li></ul> <p><b>Conclusiones:</b> el análisis de ciertos parámetros de variabilidad de la marcha, que dependen del tamaño de repetición de la secuencia CGG y de la edad, puede ser de gran utilidad para intuir un deterioro neurodegenerativo más grave.</p>
<p><b>Hocking et al. <sup>41</sup> (2017)</b></p>	<p><b>Tipo de estudio:</b> ECC</p> <p><b>Objetivo:</b> estudiar los efectos de una tarea cognitiva simultánea en el tiempo de reacción del paso de elección y explorar posibles relaciones entre el rendimiento en esta prueba, el volumen del cerebelo, el tamaño de repetición de la secuencia CGG y los niveles de ARNm en FMR1.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p><u>19 varones con PM en el gen FMR1</u> (6 con FXTAS y 13 sin FXTAS). Rango de edad de 28 a 75 años.</p> <p>Los criterios de exclusión para estos participantes fueron los siguientes: antecedentes de enfermedad psicótica duradera o trastorno neurológico distinto de FXTAS, abuso en la actualidad de drogas y alcohol y malignidad progresiva.</p> <p><u>23 controles emparejados.</u> Rango de edad de 26 a 77 años.</p> <p>Los criterios de exclusión para estos participantes fueron los siguientes: antecedentes de enfermedad psicótica duradera o trastorno neurológico distinto de FXTAS., abuso en la actualidad</p>

de drogas y alcohol y malignidad progresiva. Además, no podían presentar temblor autoinformado ni ataxia de la marcha, trastorno psiquiátrico actual ni antecedentes familiares de síndrome X frágil.

**Evaluación:** los participantes deben responder a un estímulo dando un paso hacia una dirección concreta mientras dicen una palabra de una categoría específica (por ejemplo: trabajos profesionales).

**Instrumentos de medida:** Escala de Calificación FXTAS, PCR, Tapete CSRT, RM.

**Resultados:**

-Hubo diferencias tanto en el tiempo de reacción como en el tiempo de movimiento entre sujetos con FXTAS y controles. En cuanto a DT, no hubo diferencias importantes entre grupos.

-Los hombres con PM mostraron unos niveles mayores de ARNm en el gen FMR1 en comparación con los controles, y estos niveles presentaron correlaciones con el tamaño de repetición de la secuencia CGG.

-Como era de esperar, pacientes con FXTAS mostraron un coeficiente intelectual menor y mayor severidad en la escala FXTAS en comparación con los controles y con aquellos que tenían la PM, pero no FXTAS.

-Al comparar por edad, los hombres con PM mostraron volúmenes cerebelosos más pequeños en comparación con los controles.

-No hubo diferencias en los tamaños cerebelosos entre sujetos con PM con y sin FXTAS.

-Un volumen cerebeloso más pequeño se relacionó con la edad en hombres con PM y con tiempos de paso prolongados tanto en una única tarea como en la DT.

-El tamaño de repetición de la secuencia CGG y los niveles de ARNm en FMR1 se asociaron con el rendimiento en la tarea sin interferencia cognitiva, y un aumento del primero, estuvo relacionado con un tiempo aumentado en la iniciación voluntaria del paso durante la DT.

---

-El volumen cerebeloso no medió la relación entre la secuencia CGG y el rendimiento en la tarea.

-La tarea cognitiva concurrente no comprometió demasiado el rendimiento en la tarea de iniciación del paso.

**Conclusiones:**

-En los hombres con PM se observaron relaciones importantes e independientes entre el un mayor tiempo de iniciación del paso y un menor volumen cerebeloso con el aumento de la edad y del tamaño de la secuencia CGG.

-En sujetos con PM, los niveles de ARNm en FMR1 se asociaron con mayor tiempo de iniciación del paso en la tarea sin demanda cognitiva, y esta relación estaba mediada por el volumen del cerebelo.

-El cerebelo tiene un papel importante en los ajustes posturales que se realizan antes de dar el paso.

---