

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



UANL

“Entrenamiento de fuerza para incrementar masa muscular en persona con ataxia cerebelosa. Estudio de caso”

Por

Vivian Nailee Morales Mata

Producto integrador

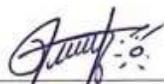
Tesina

**Como requisito parcial para obtener el grado de
Maestría En Actividad Física y Deporte
con orientación en Promoción de la Salud**

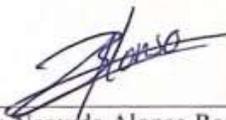
Nuevo León, junio, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA****SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

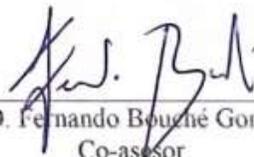
Los miembros del Comité de Titulación de la Maestría en Actividad Física y Deporte integrado por la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad de Tesina titulada "Entrenamiento de fuerza para incrementar masa muscular en persona con ataxia cerebelosa. Estudio de caso" realizado por la Lic. Vivian Nailee Morales Mata, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Actividad Física y Deporte con Orientación en Promoción de la Salud.

COMITÉ DE TITULACIÓN

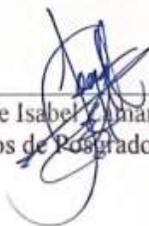
Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero
Asesor Principal



Dra. Zeltzin Nereyda Alonso Ramos
Co-asesor



MAFyD. Fernando Bouché González
Co-asesor



Dr. Jorge Isabel Comarripa Rivera
Subdirección de Estudios de Posgrado e Investigación de la FOD

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

FICHA DESCRIPTIVA

Fecha de Graduación: junio 2023

Nombre de la alumna: Vivian Nailee Morales Mata

Título de la Tesina: "Entrenamiento de fuerza para incrementar masa muscular en persona con ataxia cerebelosa. Estudio de caso"

Número de Páginas: 95

*Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte con
Orientación en Promoción de la Salud*

RESUMEN

Antecedentes: Las personas con el padecimiento de ataxia cerebelosa tienen dificultades de realizar movimientos rápidos, coordinados o mantener una postura estable, por lo que suele existir un alto índice de tener caídas frecuentes. Mantener una buena composición corporal, en especial de la masa muscular, nos ayuda a poder mantenernos erguidos y en diferentes posturas. Objetivo: Evaluar el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza en una persona con ataxia cerebelosa sobre el aumento de la masa muscular. Métodos: Se realizó un protocolo con evaluación en las variables de la composición corporal con Absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), Impedancia bioeléctrica y antropometría; el desempeño físico con Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), Escala para la Calificación y Evaluación de la Ataxia (SARA) y Batería corta de desempeño físico (SPPB); y la fuerza con Biodex System 3, K-force y estimación de 1RM. Posterior a las evaluaciones iniciales se planificó el entrenamiento basándose en los resultados obtenidos. Se distribuyeron tres días alternados de entrenamiento de fuerza, entre ellos un día de entrenamiento aeróbico y un día para ejercicios de coordinación y movilidad. La carga comenzó desde la primera semana con el 70% de la estimación de

IRM, aumentando 5% de carga cada dos semanas hasta llegar al 90%. Posterior a 10 semanas se realizaron evaluaciones del IRM para realizar ajustes en la carga, continuar con diez semanas más y terminar con evaluaciones finales de todas las variables. Resultados: El sujeto tuvo un aumento de masa muscular, el desempeño físico logró mantenerse en el mismo nivel durante los seis meses sin que hubiera un descenso como se caracteriza el padecimiento. En la fuerza, hubo un aumento en los niveles medidos con los tres instrumentos. Conclusión: El ejercicio físico es fundamental en los pacientes con ataxia cerebelosa. Darle al cuerpo la oportunidad de mantenerse en movimiento, ayuda a retrasar las afectaciones presentadas. La aplicación de este programa, mostró mejoras en la composición corporal, desempeño físico y fuerza.

FIRMA DEL ASESOR PRINCIPAL:



Dedicatoria

A Dios, por ayudarme a reconocer mi valor como persona, por brindarme la sabiduría necesaria durante toda mi vida para poder llegar hasta este momento. Siempre, todo, alto y lejos.

A mi padre, por ser la razón principal de haber logrado esta etapa de mi vida, por ser un gran ejemplo de fuerza y tenacidad para todas las personas que te rodean, por brindar tu plena confianza en mí y en este trabajo. ¡Gracias!

A mi madre, por creer en mí y darme palabras de aliento, por no dejar que me rindiera en los momentos que llegué a dudar de mí. Te dedico esta y todas mis victorias.

A mi hermano, por ser comprensivo y darme ánimos cuando lo necesitaba.

Mi abuelito, Héctor Mata (QEPD), gracias por regalarme los más grandes aprendizajes; nunca dejamos de ser alumnos, siempre hay que seguir estudiando y actualizándonos, no debemos conformarnos y tratar de dar lo mejor de nosotros en cada momento. El mejor maestro que tuvimos. Te mando un beso hasta el cielo.

Abraham, gracias por todas tus palabras de aliento, por siempre ayudarme a ser mejor y reconocer mis logros. Concluimos una etapa más juntos, y de nuevo, fue toda una aventura haberla podido compartir contigo.

A mis familiares y amig@s que estuvieron a mi lado durante estos dos años, gracias por su apoyo, también es para ustedes.

¡Lo logré!

Agradecimientos

Dra. Blanca Rangel, gracias por confiar en mí y creer en mis ideas desde el primer hasta el último momento. Le agradezco haberme guiado durante este tiempo para poder concluir de manera satisfactoria. Gracias por integrarme en su equipo de trabajo y hacerme sentir en confianza.

Dra. Zeltzin y MAFyD Fernando, gracias por su disponibilidad para brindarme consejos, correcciones y apoyo. Les agradezco su seguimiento durante todo el desarrollo de este trabajo, y, sobre todo, por darme seguridad para creer en mí.

Dra. Carolina y Dr. Raúl, gracias por brindar sus conocimientos de una manera tan agradable que animaba a tener ganas de aprender más, por ser tan profesionales en su área y siempre estar dispuestos a aclaración de dudas dentro y fuera del aula. Gracias por hacerme ver el ejercicio físico para la salud desde otra perspectiva que me hiciera apasionarme por seguir formándome.

A los docentes de la FOD, a quienes me impartieron clase desde la licenciatura que sembraron una semilla en mí para seguir creciendo; a los docentes de maestría, gracias por brindarme sus conocimientos para continuar con mi formación profesional, y demás docentes que no tuve la oportunidad de conocer dentro del aula, pero no fue un limitante para brindarme sus enseñanzas.

A todo el staff de Valhalla Valley, por darme la oportunidad de realizar el protocolo dentro de sus instalaciones. Gracias por su disponibilidad a lo largo de los seis meses de intervención, por estar al pendiente y brindarme su apoyo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por su apoyo brindado durante mis estudios de posgrado.

Tabla de contenido

Introducción	1
Capítulo I. Marco Teórico	6
Epidemiología	6
<i>El Cerebelo</i>	6
<i>La Ataxia Cerebelosa</i>	8
Ejercicio Físico	12
<i>Actividades Motoras</i>	12
<i>Tono Muscular</i>	13
<i>Fuerza Muscular</i>	14
<i>Entrenamiento de fuerza</i>	14
Ataxia Cerebelosa, Esclerosis Múltiple y Sarcopenia ¿Cómo se Relacionan?	17
<i>Esclerosis Múltiple</i>	17
<i>Sarcopenia</i>	18
Bases Científicas de los Beneficios del Entrenamiento de Fuerza	21
<i>En Pacientes con Esclerosis Múltiple</i>	21
<i>En Pacientes con Sarcopenia</i>	23
Capítulo II. Metodología	28
Diseño	28
Muestra	28
Criterios de Inclusión	28
Criterios de Exclusión	28
Criterios de Eliminación	29
Descripción del Caso	29
Consideraciones Éticas	30
Instrumentos	32
<i>Composición Corporal</i>	32
<i>Desempeño Físico</i>	35
<i>Fuerza</i>	38

Procedimiento	46
Análisis Estadístico	48
Capítulo III. Resultados	49
Composición corporal	50
<i>Absorciometría de Rayos X de energía dual (DXA)</i>	50
<i>Impedancia Bioeléctrica</i>	50
<i>Antropometría</i>	51
Desempeño físico	52
<i>Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)</i>	52
<i>Escala para la Calificación y Evaluación de la Ataxia (SARA)</i>	53
<i>Batería Corta de Desempeño Físico (SPPB)</i>	54
Fuerza	55
<i>Biodex System 3</i>	55
<i>K-Force – K-Invent</i>	60
<i>10RM</i>	61
Capítulo IV. Discusiones	62
Capítulo V. Conclusiones	66
Referencias Bibliográficas	67
Anexos	73
Resumen Autobiográfico	88

Introducción

El cerebelo se encuentra en la parte posterior del encéfalo, formado por la corteza cerebral y la medula espinal, es el encargado del control y coordinación en los movimientos voluntarios del cuerpo. La ataxia se define como la falta de orden en los movimientos corporales (Villalva García, 2011). El padecimiento de ataxia cerebelosa es un trastorno desarrollado en el sistema nervioso, pudiendo ser una enfermedad genética o adquirida. Se puede definir como la alteración en la coordinación muscular de miembros inferiores y superiores, afectando la marcha, equilibrio, estabilidad, ejecución de movimientos rápidos; así como también la coordinación del lenguaje y movimientos oculares, esto debido a la afección que hay en cerebelo junto con sus conexiones (Coradello, 2022; Serna, G., & Varhas, 2015; Tran et al., 2020; Úriz Suescan, 2022; Winser et al., 2022).

Es importante tener en cuenta que existen diferentes tipos y causas de ataxias cerebelosas que puede hacer que varíe la generalidad de sus estadísticas, pueden diferenciarse también por el grupo de edad, género, ubicación, entre otros factores (Khemani, 2013). A nivel mundial, Stanley et al. (2020) realizaron un estudio llevado a cabo en Hong Kong en donde se tuvo registro de una tasa de prevalencia de 8.29 por 100,000 habitantes. En México, Garcia-Martínez et al. (2010) reportan que también existen las ataxias espinocerebelosas en la población mexicana y dentro del mismo estudio, muestran que en el 2001, Rasmussen et al., reportaron 18 casos de ataxia espinocerebelosa de tipo 10 en cuatro familias mexicanas. Guenther et al. (2022) reportó que más del 90% de pacientes mexicanos con sospecha de ataxia espinocerebelosa autosómica recesiva no cuentan con algún diagnóstico. Hasta la actualidad, no se cuenta con un registro de estadísticas sobre la prevalencia de ataxia cerebelosa en el estado de Nuevo León.

Se considera que el ejercicio físico puede brindar beneficios a los pacientes con ataxia, debido a que se ha mostrado que el movimiento en general, puede mejorar drásticamente su vida útil y capacidad funcional. El entrenamiento enfocado a la coordinación brinda beneficios a largo plazo para los pacientes con ataxia, en donde los ejercicios van

dirigidos a mejorar la fuerza y el equilibrio del centro de su cuerpo (Sheng Han Kuo, 2019).

En un estudio realizado por Cassidy et al. (2018) los participantes no buscaban la cura contra la discapacidad física, sino mantener la esperanza y maximizar su calidad en la vida cotidiana, donde hubo un enfoque de la actividad física dirigido a reducir el tiempo sedentario y aumentar el nivel de actividad física para mejorar la salud metabólica.

Se conoce como actividad física a todas aquellas actividades que realizamos en nuestra vida diaria que involucren algún gasto energético, como barrer, lavar los trastes, recoger la basura, etc. Existe una gran importancia de incluir por lo menos las mínimas recomendaciones de actividad física para obtener todos los beneficios físicos, psicológicos, sociales e inclusive neurológicos junto con el impacto que se pudiera llegar a presentar en personas con patologías (Perea Caballero, 2019).

El entrenamiento de fuerza no solo se clasifica para el ámbito deportivo, sino que también está muy relacionado con la mejora de la salud física, y se ha investigado que también hay mejoras significativas en el Sistema Nervioso debido a que dentro de los primeros meses en los que una persona comienza a realizar ejercicio los factores neuronales son los que ayudan en mayor medida a que incremente los porcentajes de fuerza (W. Coburn & H. Malek, 2016). Otro aspecto importante, es que aumenta los niveles de producción de hormonas anabólicas (como la hormona del crecimiento y la testosterona) las cuales estimulan la liberación de síntesis de proteínas, que ayudarán al desarrollo de masa muscular (López, 2006).

Por muchos años se ha investigado y llegado a la conclusión de que el entrenamiento de fuerza es un método que tiene gran impacto contra el deterioro de masa muscular, la prevención de caídas y deterioro cognitivo (Padilla et al., 2014).

Hasta la actualidad solo se han llevado a cabo programas de entrenamiento dirigidos a la coordinación y equilibrio en personas con ataxia cerebelosa, pero aún falta

comprobar si otros métodos de entrenamiento tienen beneficios adicionales (Sheng Han Kuo, 2019), por ejemplo, el entrenamiento de fuerza.

Consideramos que la aplicación de un programa de entrenamiento de fuerza puede ser un punto de partida para mejorar la calidad de vida en pacientes con este padecimiento, en donde se pueda retrasar su deterioro de masa muscular y con ello mejorar la realización de las actividades de la vida diaria. Nos gustaría ampliar el conocimiento de más profesionales para ayudar al desarrollo de estos programas de entrenamiento a esta población en especial.

Debido a la falta de información relacionada con el entrenamiento de fuerza en pacientes con ataxia cerebelosa, se realizó una búsqueda acerca de padecimientos relacionados con la enfermedad y aplicando esta modalidad de entrenamiento. Dichos padecimientos se relacionaban a la ataxia cerebelosa como un efecto secundario, o como consecuencia de ella, los padecimientos a los cuales se hará referencia son esclerosis múltiple y sarcopenia.

La primera variable que se evaluó fue la composición corporal, en la cual se utilizó el apoyo de los siguientes métodos:

- Absorciometría de rayos X de energía dual (DXA): Medición de parámetros como la masa muscular, masa grasa y la densidad mineral ósea.
- Impedancia bioeléctrica: Medición de agua total en el cuerpo, masa grasa y masa libre de grasa.
- Antropometría: Dimensiones del cuerpo a través de pliegues cutáneos.

La segunda variable es el desempeño físico, para la cual se realizó la aplicación de las siguientes baterías:

- Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ): se conoce el nivel de actividad física que el paciente realiza en su vida cotidiana. Tiempo activo en los últimos 7 días.
- Escala para la Calificación y Evaluación de la Ataxia (SARA): ítems relacionados con la marcha, postura, sedestación, habla, prueba de persecución

de los dedos, prueba de la nariz y los dedos, movimientos rápidos alternados y prueba de talón y espinilla.

- Batería corta de desempeño físico (SPPB): evalúa tres aspectos del desempeño físico: equilibrio, velocidad al caminar y fuerza del tren inferior.

La última variable fue la fuerza muscular, en donde se recurrió a los siguientes métodos de evaluación:

- Biodex System 3 – Sistema de evaluación muscular isocinético.
- K-force / K-invent – Dinamómetro portátil para evaluar la fuerza muscular.
- Estimación de 1RM a través de la Formula de Epley (1985).

Se considera de gran importancia la utilización de estos métodos de evaluación para tener una mayor relación con el análisis del paciente, su seguimiento y si estuvo logrando mejoras en las variables a trabajar (Costa et al., 2015).

Para esta intervención de plan de entrenamiento, se plantean las siguientes preguntas conforme a su aplicación,

1. ¿Existe un aumento en el porcentaje de masa muscular al llevar a cabo 3 días de entrenamiento de fuerza a la semana en un sujeto de adultez media con ataxia cerebelosa?
2. ¿Logró el plan de entrenamiento mejorar la fuerza en un sujeto de adultez media con ataxia cerebelosa?
3. ¿Puede el entrenamiento de fuerza influir en el desempeño físico de un sujeto de adultez media con ataxia cerebelosa?

El objetivo general que hay tras la aplicación de este protocolo es comprobar el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza en persona con ataxia cerebelosa sobre el aumento de la masa muscular.

Como objetivos específicos se busca,

1. Evaluar composición corporal de un sujeto con ataxia cerebelosa antes y después de un programa de entrenamiento de fuerza.

2. Evaluar el desempeño físico de un sujeto con ataxia cerebelosa antes y después de un programa de entrenamiento de fuerza.
3. Evaluar la fuerza de un sujeto con ataxia cerebelosa antes y después de un programa de entrenamiento de fuerza.

El planteamiento de la hipótesis en esta investigación es que “El entrenamiento de fuerza en personas que tienen el padecimiento de ataxia cerebelosa tiene beneficios en aumentar la masa muscular y mejorar la capacidad física de fuerza en miembros inferiores y miembros superiores”.

Capítulo I. Marco Teórico

Epidemiología

El Cerebelo

El cerebelo tiene forma ovoidal y actualmente es considerado como un órgano motor, mide aproximadamente 10 cm de ancho, 5 cm de altura y pesa entre 130-145 gr. Su ubicación es en la fosa posterior, y está dividido en dos hemisferios, una región central la cual se denomina como vermis y se subdivide en lóbulos funcional y filogenéticamente. Está conectado con el tallo cerebral a través de los pedúnculos cerebelosos y se encuentra relacionado con el sistema vestibular y los tractos sensitivos ascendentes de la médula espinal. Se encuentra conformado principalmente por tres arterias de forma bilateral, provenientes del sistema vertebrobasilar, frecuentemente comprometidas en eventos cerebrovasculares isquémicos de origen cardioembólico. Es la segunda estructura de gran tamaño formada en el encéfalo y funciona en conjunto con la medula espinal (Acosta et al., 2018; Hall, J. E., 2021; Ira Fox, S., 2013).

La región central o vermiana es quien se encarga de la coordinación de los movimientos de la cabeza. La región lateral dirige la coordinación de los movimientos finos de las extremidades. Por último, la región intermedia o paravermiana recibe aferencias centrales y periféricas para encargarse del control en el tono postural (Acosta et al., 2018).

Es de gran importancia cuando se habla acerca de la coordinación de acciones motoras que realiza nuestro cuerpo, así como también ayuda a controlar la intensidad con la que realizamos estas acciones, ayudando a realizar movimientos rápidos como bailar, escribir, etc., y de igual manera en movimientos más suaves y controlados como servir agua en un vaso, planchar una camisa, etc., esta función se ve desarrollada a nivel del tronco del encéfalo (Hall, J. E., 2021; Ira Fox, S., 2013).

El movimiento voluntario se encuentra relacionado con tres componentes determinados por el sistema motor, los cuales son; las vías corticospinales (piramidales) que se conectan con la corteza cerebral en los centros motores inferiores del tronco del encéfalo y la médula espinal; los ganglios basales, cuyas eferencias son dirigidas a

través del tálamo a la corteza cerebral que constituye el centro de la coordinación motora, y por último el cerebelo, que contribuye con elementos de control y coordinación en términos de fuerza dirección y distancia. Los músculos actúan en coordinación y determinan la dirección y longitud de tiempo en que se contraen terminando la distancia recorrida (Hall, J. E., 2021; Ira Fox, S., 2013).

Otra de las funciones en las que participa es en los movimientos que están a punto de ejecutarse en el mismo momento que se está llevando a cabo otro, así como también aprende a identificar cuando alguna acción que se realizó no obtuvo los resultados esperados, para no volver a llevarla a cabo. Esta última se desarrolla a nivel de la corteza cerebral, que gracias a sus fibras también forma parte de funciones relacionadas con la audición, la vista y el equilibrio (Hall, J. E., 2021; Ira Fox, S., 2013).

Si llegara a existir un daño cerebeloso, se denominaría como la aparición de ataxia, la cual se considera como la falta de coordinación motora en las personas, en aspectos como la fuerza y velocidad implicada en movimientos y descoordinación en la dirección de los mismos, por ejemplo, personas que sufren estas afectaciones, cuando quieren tomar un objeto suelen fallar en el intento, debido a no tener un control en la dirección de sus movimientos. Si llegara a ocurrir este daño, no provocaría una parálisis, pero si una falta de coordinación en gran parte de las actividades de la vida diaria (Hall, J. E., 2021; Ira Fox, S., 2013).

En el caso de enfermedades en las que se encuentra un deterioro de la función cerebelar suele distribuirse hacia el resto del sistema nervioso central, ocasionando en la mayoría de los casos, gran parte de las siguientes afecciones:

- *Dismetría y ataxia:* Dos de las afecciones más concurrentes, viéndose afectadas la distancia y dirección hacia donde se desean ejecutar los movimientos.
- *Hipermetría:* El paciente con la enfermedad rebasa considerablemente el punto en el que desea situar su mano o cualquier otra parte de su cuerpo en movimiento.
- *Disdiadococinesia:* Dificultad para poder llevar a cabo movimientos alternantes de manera rápida y constante.

- *Disartria*: Afectación en el seguimiento del habla debido a afectaciones musculares en la laringe, boca y aparato respiratorio, provocando una confusión al momento de vocalizar y gesticular palabras.
- *Temblores*: Los movimientos suelen ser inestables, tardando en mantenerse en una postura firme.
- *Nistagmo cerebeloso*: temblor ocular y dificultad al intentar fijar la vista en algo o alguien, a su vez, provocando movimientos rápidos y temblorosos con los ojos.
- *Hipotonía*: disminución del tono muscular.

Todas estas afectaciones en conjunto constituyen el padecimiento de la ataxia, en donde el paciente es incapaz de llevar a cabo movimientos rápidos, exactos, coordinados suavemente o automáticos o de mantener una postura estabilizada (Hall, J. E., 2021; Villalva García, 2011).

La Ataxia Cerebelosa

La ataxia cerebelosa no suele afectar a un grupo de población en específico, pueden verse afectados tanto hombres y mujeres de cualquier edad, desde la infancia hasta la tercera edad. Lo que es importante destacar es que existen distintas causas que pueden provocarla, como pueden ser hereditarias, por traumatismos, intoxicación por ciertas sustancias, alteraciones metabólicas, degenerativas y por tumores (Sheng Han Kuo, 2019).

En la etapa inicial, los pacientes con ataxia presentan molestias oculares al presentar visión doble cuando giran la cabeza rápida e inesperadamente, siendo de igual manera común tener visión borrosa, como resultado de una visión doble transitoria y leve. Se comienza a desarrollar la dificultad para hablar, por consecuencia, afecta a la comprensión de algunas palabras de parte de los receptores, usualmente suelen presentar un tipo de habla exploratoria, es decir, las palabras las dividen en sílabas separadas con patrones de habla interrumpidos y no hay un control para la moderación del tono y volumen de su voz, de igual manera, la velocidad del habla podría volverse lenta (Sheng Han Kuo, 2019). Los pacientes también pueden tener pérdida de destreza manual, afectando su formato normal de escritura, presentan dificultad para realizar trabajos

motores finos como abrochar los botones de una camisa, hacer nudos en los tenis, cortar frutas/verduras, entre otros.

Con el paso del tiempo y el desarrollo de la enfermedad, algunas de las manifestaciones más comunes en estos pacientes que pueden ser observadas a simple vista suele ser la marcha inestable manteniendo una base amplia con sus piernas, tienen una disminución en la coordinación de sus extremidades tanto en miembros superiores como en miembros inferiores. Cada una de estas alteraciones también puede estar relacionada con una trayectoria motora anormal, pudiéndose encontrar durante el movimiento activo continuo o presentar errores en la secuencia y velocidad de la actividad motora que se está llevando a cabo después de un tiempo de descanso (Instituto Mexicano de la Seguridad Social [IMSS], 2015; Villalva, 2015; Cassidy et al., 2018).

En una etapa avanzada del padecimiento se encuentran caídas frecuentes debido a que la ataxia provoca que gran parte de los pacientes mencione sentir piernas rígidas, sobre todo al pararse después de estar sentado durante un tiempo prolongado, o, por el contrario, después de estar mucho tiempo caminando o de pie, lo cual puede resultar un mayor riesgo de caídas. De igual manera, algunas de los cambios que pueden incidir en aumentar su riesgo de caídas son la velocidad reducida de la marcha autoseleccionada, el aumento de la variabilidad de la marcha sagital, así como la marcha con base amplia (Buckley et al., 2018).

El tono basal del músculo es fundamental para mantenernos erguidos y estar preparados para la acción, por lo que un tono demasiado bajo no permitirá una correcta activación del cuerpo para reaccionar a tiempo ante situaciones de emergencia. El cerebelo es uno de los encargados para regular el tono basal, cuando este órgano motor se ve disminuido es cuando se comienza a tener debilidad, o bien, falta de fuerza para realizar actividades específicas o de la vida diaria, lo que implicará que el paciente tenga una tendencia a sufrir de hipotonía, aumentando el índice sentir mayor fatiga y fragilidad en comparación de los que no (Villalva García, 2011).

Otros signos y síntomas que presenta son el mareo y el vértigo relativamente frecuente en esta población (IMSS, 2015).

Como se pudo destacar en el desarrollo de este apartado, la ataxia cerebelosa es considerada como un grupo de desórdenes discapacitantes, los cuales son caracterizados principalmente por una pérdida de coordinación y equilibrio dirigido hacia distintos aspectos y actividades de la vida cotidiana. Haciendo una recopilación de las características de los pacientes, la mayoría suele presentar las siguientes:

- *Dismetría*: trayectoria motora anormal. Se puede observar por el desequilibrio en bipedestación y la realización de gestos motores finos.
- *Adiadococinesia*: incapacidad para realizar movimientos rápidos y repetitivos.
- *Hipotonía*: disminución del tono muscular y resistencia pasiva al movimiento.
- *Descomposición del movimiento*: dificultad para realizar acciones finas coordinadas.
- *Temblores*: Dificultad para lograr mantener una postura.
- *Disartria*: También conocida como habla atáxica. Falta de modulación del volumen del habla.
- *Nistagmo (oculomotor)*: anormalidades en los movimientos oculares.
- Debilidad y fatiga muscular.

Estadísticas. En el mundo: Es importante tener en cuenta que existen diferentes tipos y causas de ataxias cerebelosas que puede hacer que varíe la generalidad de sus estadísticas, pueden diferenciarse también por el grupo de edad, género, ubicación, entre otros factores (Khemani, 2013).

Stanley et al. (2020) realizaron un estudio llevado a cabo en Hong Kong en donde se tuvo un registro de una tasa de prevalencia de 8.29 por 100,000 habitantes. De igual manera hacían mención acerca de que la estadística internacional de ataxia cerebelosa varía de 0.3 a 3.0 personas por 100.000 habitantes. Pilotto & Saxena (2018) estimaron una tasa general en donde había una incidencia de ataxia de 26 por cada 100,000 habitantes, pero está realizada en población infantil. Por otra parte, Ruano et al. (2014) destacó que las ataxias cerebelosas de tipo hereditarias tienen una tasa de

prevalencia promedio de 2.7 por 105 personas. Dentro del mismo estudio se destacó que la ataxia espinocerebelosa tipo 3 (SCA3) o enfermedad de Machado-Joseph fue la forma más común de ataxia dominante en siete de nueve estudios con pruebas genéticas, SCA2 era la forma más común en Cantabria

En México: La ataxia cerebelosa es considerada como un padecimiento poco común, por tal motivo se cuenta con poca información sobre sus posibles causas o incidencias.

Rasmussen et al. (2006) realizaron un estudio de 134 pacientes mexicanos con ataxia recesiva, y se encontró que la ataxia de Friedreich es poco común en la población mexicana, mostrando que sus causas son distintas en comparación de otras poblaciones y aun es algo desconocida. La mayoría de los pacientes permanecieron sin un diagnóstico a pesar de que ya se cuenta con algunas investigaciones. Garcia-Martinez et al. (2010) reportan que las ataxias espinocerebelosas también se encuentran dentro la población mexicana. La ataxia espinocerebelosa de tipo 10 es un trastorno autosómico dominante, que se caracteriza por la presencia de ataxia cerebelosa y a su vez de convulsiones. Dentro del mismo estudio, reportan que, en el 2001, Rasmussen et. al., reportaron 18 casos de ataxia espinocerebelosa de tipo 10 en cuatro familias mexicanas. Guenther et al. (2022) reportó que más del 90% de los pacientes con sospecha de ataxia espinocerebelosa autosómica recesiva no cuentan con algún diagnóstico.

A pesar de los estudios mencionados, aún no se cuentan con estadísticas exactas sobre la incidencia de la ataxia cerebelosa en población mexicana .

En el estado de Nuevo León: en la actualidad, no se cuenta con un registro realizado de estadísticas de la prevalencia de ataxia cerebelosa.

Tratamiento No Farmacológico. Se considera que el ejercicio físico puede brindar beneficios a los pacientes con ataxia, debido a que se ha mostrado que el movimiento en general, puede mejorar drásticamente su vida útil y capacidad funcional. El entrenamiento enfocado a la coordinación brinda beneficios a largo plazo para los pacientes con ataxia, en donde los ejercicios van dirigidos a mejorar la fuerza y el equilibrio del centro de su cuerpo. Lo que aun faltaría comprobar sería si el ejercicio

aeróbico y otros métodos de entrenamiento también tienen beneficios adicionales (Sheng Han Kuo, 2019).

Como en cualquier plan de entrenamiento, el primer paso a realizar es plantear cuales son los objetivos que se deben tratar para lograr la mejoría del paciente, así como que medios son los más útiles para conseguir cumplir estos objetivos (Villalva García, 2011).

En un estudio realizado por Cassidy et al. (2018) los participantes no buscaban la cura contra la discapacidad física, sino que ayudaran a mantener la esperanza y maximizar su calidad en la vida cotidiana. Se ha dirigido un enfoque de la actividad física que se centra en reducir el tiempo sedentario y aumentar el nivel de actividad física como un medio potencial para mejorar la salud metabólica de las personas con discapacidades en su movilidad.

Ejercicio Físico

Actividades Motoras

Las actividades que realizamos en nuestra vida diaria desde las más sencillas donde se pueden clasificar las que se realizan de manera voluntaria como rascarse al sentir comezón, tratar de atrapar algo que se va a caer, etc., hasta las más complejas como aprender a tocar el piano, a cocinar, etc., dependen de la capacidad del sistema nervioso para dirigir a los músculos esqueléticos en llevar a cabo dichas acciones. Los seres humanos tenemos la capacidad de realizar trabajos que involucren a los sistemas motores y cognitivos al mismo tiempo, considerándolas dentro de actividades complejas que ningún otro ser vivo tiene la capacidad de poder ejecutar (López et al., 2006).

El trabajo motor, sensorial y cognitivo están estrechamente relacionados. El control motor puede ser dependiente de la información sensorial que transmita una persona, las cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a) **Cenestésica:** Relacionada con los receptores musculares y articulares sobre información de los datos mecánicos.

- b) Somestésica: Receptores de tacto, presión, temperatura y dolor.
- c) Vestibular: posición de cabeza y cuerpo.
- d) Visual: auditiva y olfativa, acerca de la localización y la forma de los objetos.

Ejemplificando, si una persona tiene pérdida de la visión, podría verse afectada la realización de ciertas actividades motoras, en específico, se tendría una alteración en actividades que requieran de equilibrio y orientación. Por otra parte, si se pierde la sensación somática, los movimientos pueden volverse imprecisos y generar una postura inestable. Si se llega a presentar una alteración en órganos importantes estructural y funcionalmente, se verían afectados la coordinación de los músculos durante los movimientos. Sumando todas las posibles afectaciones mencionadas anteriormente, se podría ocasionar un deterioro de las funciones cognitivas junto con el aprendizaje motor (López et al., 2006).

Tono Muscular

Para distintos tipos de actividades que realizamos en nuestra vida diaria, se requiere mantener un buen tono muscular, este se conoce como el grado en el que un músculo puede llegar a contraerse. En los seres humanos, la postura fundamental es la erguida en bipedestación, esta postura mantiene al individuo en las condiciones idóneas para iniciar alguna actividad voluntaria (Legaz et al., 2012; López et al., 2006).

Es ideal que los mayores grupos musculares (antigravitatorios) como los músculos espinales, glúteos, cuádriceps y tríceps sural, se mantengan con un mayor tono muscular, debido a que son aquellos que soportan el peso del cuerpo en la postura de bipedestación. El mantenimiento de la postura también requiere de un esfuerzo neuronal considerable, ya que se deben de ajustar las distintas porciones del tronco y extremidades (López et al., 2006).

El control postural se basa en dos aspectos,

1. Mantener la posición actual equilibrando todas las fuerzas que actúan en nuestro cuerpo, en especial la fuerza de gravedad cuando estamos quietos (equilibrio estático).
2. Ejecutar movimientos sin desequilibrarnos ni caernos (equilibrio dinámico).

Lamentablemente existen ciertos trastornos del tono muscular que se suelen relacionar con afecciones en el sistema motor, los cuales suelen implicar anomalías como aumento excesivo del músculo (hipertonía) y disminuciones (hipotonía) (López et al., 2006).

Fuerza Muscular

Desde el punto de vista fisiológico, la fuerza se puede describir como la capacidad que tiene el músculo para producir tensión al momento de que se activa. Desde el punto de vista mecánico, la fuerza muscular hace referencia a la capacidad que tiene un grupo muscular para deformar un cuerpo o para modificar el movimiento del mismo, es decir, al querer iniciar o detener algún movimiento, también al aumentar o reducir su velocidad o hacerlo cambiar hacia dirección distinta (Legaz et al., 2012).

Existen tres formas más comunes en las que se puede dar la activación muscular:

1. *Acción dinámica concéntrica*: acortamiento del músculo, se supera la fuerza externa que actúa en sentido contrario al movimiento.
2. *Acción dinámica excéntrica*: alargamiento del músculo, la fuerza externa actúa en el mismo sentido del movimiento.
3. *Acción isométrica*: se mantiene la misma longitud del músculo, la tensión muscular es equivalente a la fuerza externa que se está aplicando, es decir, no existe movimiento.

Entrenamiento de fuerza

Entre muchos objetivos del entrenamiento de fuerza, algunos de los más destacados son aquellos que están dirigidos a mejorar la habilidad del sistema neuromuscular,

también los relacionados a mejorar dicha capacidad para mantener un determinado nivel de fuerza durante distintas acciones musculares, ya sea de manera repetitiva o de larga duración (Legaz et al., 2012).

Gran parte de los programas de entrenamiento de fuerza, ya sea diseñados para personas de mediana y avanzada edad, como también hacia deportistas de alto rendimiento, se recomienda que deben de seguir los principios básicos de entrenamiento (Ketelhut & Ketelhut, 2020):

1. *Principio de individualización:* los programas de entrenamiento deben de estar realizados dependiendo las metas, necesidades y cualidades de cada atleta.
2. *Principio de sobrecarga:* los humanos estamos hechos de constantes adaptaciones. Es importante que después de que un atleta haya mantenido una carga, comenzar a trabajar con más carga de trabajo.
3. *Principio de especificidad:* Se deben de entrenar los estímulos y cualidades necesarias para que el individuo se desarrolle mejor en su actividad y/o disciplina.
4. *Principio de la progresión:* Realizar aumentos graduales en las cargas del entrenamiento, no se debe comenzar con un nivel muy bajo ni muy intenso.
5. *Principio de la variación:* Ser constantemente variados, darle al individuo los estímulos de carga necesarios, pero con distintos métodos de entrenamiento.
6. *Principio de recuperación:* Que el individuo tenga su debido descanso para rendir de manera adecuada en cada uno de sus entrenamientos. Ya sea en descansos durante la sesión y días completos de descanso.
7. *Principio de reversibilidad:* Aplicar estímulos reguladores que le recuerden al individuo las capacidades básicas de su actividad y/o disciplina.

El entrenamiento de fuerza debe ser específico para los grupos musculares más utilizados y con transferencia directa en las tareas de la vida diaria del paciente y se debe producir un estímulo lo suficientemente intenso, por encima del que suponen las

actividades de la vida diaria, para producir una respuesta de adaptación deseada, sin inducir a un agotamiento o esfuerzo indebido (Legaz et al., 2012).

Por otra parte, la efectividad y resultado de un entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza, depende de la aplicación de una carga adecuada, es decir, de la influencia de factores como:

- *Frecuencia del entrenamiento*: El número de sesiones de entrenamiento a la semana, depende de factores como el volumen de entrenamiento, intensidad, nivel de condición física del paciente, recuperación, etc. Se recomienda como frecuencia óptima para el desarrollo de la fuerza máxima, tres días de entrenamiento a la semana, lo cual corresponde a 48 horas de descanso entre cada sesión de entrenamiento de fuerza.
- *Intensidad*: hace referencia al grado de esfuerzo que tiene un ejercicio, en el entrenamiento puede estar representado por el número máximo de repeticiones que puede realizar el atleta/paciente con un peso determinado.
- *Tipología de ejercicios*: Los ejercicios pueden clasificarse como localizados (orientados a determinados músculos: pectoral, bíceps, etc.), generalizados (implican grandes o varios grupos musculares: sentadillas, levantamientos de halterofilia, etc.) y de tiempo específico (se reproducen gestos de competición). También se pueden dividir según de acción muscular, pueden ser de tipo dinámico (concéntrico, excéntrico o ciclo acortamiento-estiramiento), o estático (isométrico)
- *Volumen*: Medida de la cantidad total de ejercicio realizado. Puede ser expresado a través del número de repeticiones, kilogramos totales levantados, duración o periodos del entrenamiento.
- *Períodos de descanso*: En programas generales de nivel medio y avanzado se recomienda que sea entre dos y tres minutos, con cargas elevadas y utilizando grandes grupos musculares. Para ejercicios complementarios, monoarticulares y pequeños grupos musculares, se recomienda de uno a dos minutos.

El entrenamiento de fuerza enfocado a la hipertrofia muscular, se basa en el incremento de la sección transversal del músculo. El incremento de la sección

transversal del musculo se debe a la hipertrofia de las fibras musculares inducida por el aumento de tamaño (hipertrofia) y número de miofibrillas (hiperplasia). Diversos estudios donde se realizó un trabajo de fuerza para desarrollar hipertrofia y mostraron cambios significativos, utilizaban una intensidad relativa de la carga del trabajo entre el 65 y 90% de 1RM (Legaz et al., 2012).

Ataxia Cerebelosa, Esclerosis Múltiple y Sarcopenia ¿Cómo se Relacionan?

Debido a la falta de información relacionada a los beneficios del entrenamiento de fuerza en pacientes con ataxia cerebelosa, se realizó una búsqueda de información detallada acerca de padecimientos relacionados. Dichos padecimientos se relacionaban a la ataxia cerebelosa como un efecto secundario, o como consecuencia de ella, los padecimientos a los que se harán referencia son la esclerosis múltiple y sarcopenia. Para verificar lo anteriormente mencionado, a continuación, se realizará una breve descripción de ambos padecimientos resaltando sus semejanzas con la ataxia cerebelosa.

Esclerosis Múltiple

La esclerosis múltiple es una enfermedad neurológica, caracterizada por la disminución de mielina en el Sistema Nervioso Central, a su vez, afectando al encéfalo y la medula espinal presentando una pérdida neuronal (Macchi & Rufenacht, 2021; Muñoz Ortiz et al., 2019; Vega Armand & Sentmanat Belisón, 2018).

Algunos síntomas que suelen presentarse es la disminución de la fuerza en extremidades tanto inferiores como superiores, disminución de la coordinación y el equilibrio, dificultad de la marcha presentado una base inestable y aumento de la fatiga debido a la disminución de la capacidad aeróbica y atrofia muscular (Halabchi et al., 2017).

Específicamente la inflamación, desmielinización y daño axonal provoca una transmisión inadecuada del impulso nervioso, dificultando así la contracción muscular. Esto a su vez reduce la capacidad de producir fuerza, especialmente en el tren inferior (Freeman et al., 2012; Lanzetta et al., 2004), lo cual a su vez desarrolla una pérdida

general del equilibrio y flexibilidad que se manifiesta especialmente en la marcha (Pareja et al., 2019).

Otros síntomas motores que se presentan a través de la enfermedad, es la presencia de ataxia. En la esclerosis múltiple, la ataxia suele presentar afección dirigida a temblores y disartria cerebelosa, así como dolores de cabeza (Macchi & Rufenacht, 2021; Rodríguez Hernández et al., 2020). Gran parte de los pacientes que cuentan con esclerosis múltiple, suelen desarrollar ataxia, aproximadamente el 80% han mencionado alguno de estos síntomas durante su padecimiento (Vega Armand & Sentmanat Belisón, 2018).

Sarcopenia

El término Sarcopenia fue implementado por el doctor Rosenberg director del Research Center on Aging de la Universidad de Tufts (Boston, Estados Unidos). Se utilizó el concepto de sarcopenia para referirse a la pérdida involuntaria del músculo esquelético mayormente relacionado con la edad (Padilla et al., 2014).

Esta pérdida de masa muscular es la principal causa de la disminución de la fuerza, con riesgo de provocar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente, riesgo de caídas y fracturas, y la mortalidad (Padilla et al., 2014; Pérez Robledo, 2018).

Debido a la disminución de la fuerza inducida por la sarcopenia, un factor que suele verse afectado es el control de la postura. Hasta este punto, es importante destacar que el cerebelo tiene una alta participación en esta actividad tanto física como sensorial, si este se ve dañado, habrá una afectación en la postura, una disminución de marcha debido a la dificultad que esta traerá y descenso de tono muscular en consecuencia de la disminución de actividad física. En dichos términos, la disminución muscular en las extremidades inferiores tiene mayor importancia ya que produce el descenso en la capacidad funcional de las personas (Padilla et al., 2014; Pérez Robledo, 2018).

En una revisión, Billot et al., (2020) encontraron que la sarcopenia puede desarrollarse por:

1. Factores personales, como la edad, el bajo peso al nacer y las características genéticas.
2. Factores hormonales, testosterona, estrógenos, hormona del crecimiento, factor de crecimiento similar a la insulina-1.
3. Hábitos de estilo de vida como disminución de la ingesta de alimentos y proteínas, comportamiento sedentario o actividad física baja, exceso de consumo de alcohol y tabaco.
4. Condiciones de salud crónicas, como deterioro cognitivo, diabetes y enfermedades orgánicas en etapa avanzada.

Tabla 1

Relación entre las características de las enfermedades

Ataxia cerebelosa	Esclerosis múltiple	Sarcopenia
Dismetría: incapacidad para controlar la extensión del movimiento.	Transmisión inadecuada del impulso nervioso.	Pérdida de masa muscular.
Adiadococinesia: incapacidad para realizar movimientos rápidos.	Reducción de fuerza muscular (especialmente en miembros inferiores).	Mayor deterioro muscular en las miembros inferiores.
Hipotonía: disminución del tono muscular.	Disminución de la capacidad aeróbica.	Riesgo de caídas y fracturas.
Disartria: falta de modulación en el habla.	Aumento de la atrofia muscular.	Afectación en la marcha.
	Pérdida general del equilibrio y flexibilidad.	Disminución de la capacidad funcional.

Nistagmo: movimiento involuntario de los ojos Inestabilidad en la marcha.

Debilidad y fatiga muscular.

Temblor y marcha inestable.

Baja coordinación de las extremidades.

Nota. Resumen de la relación entre las enfermedades de ataxia cerebelosa, esclerosis múltiple y sarcopenia en las características de sus afecciones de composición corporal, funcional y neural.

Bases Científicas de los Beneficios del Entrenamiento de Fuerza

En Pacientes con Esclerosis Múltiple

Investigaciones recientes resaltan que el entrenamiento de fuerza tiene resultados trascendentales en personas con esclerosis múltiple, siendo un tipo de entrenamiento que se puede realizar de manera segura y controlada (W. Coburn & H, Malek, 2016). La realización y práctica del ejercicio puede causar mejoras notables en diferentes áreas de la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, la flexibilidad, el equilibrio, la fatiga, la cognición, la calidad de vida y la función respiratoria, llevando un adecuado plan de entrenamiento (Summers, McCubbin & Manns, 2000).

El programa de entrenamiento de fuerza debe de ser primordialmente individualizado para cada paciente, con el fin de que se diseñe para abordar los objetivos propios del paciente y mejorar aptitudes físicas o funcionales, como podría ser: mejorar la fuerza, la resistencia, el equilibrio, la coordinación, la fatiga, etc. En el programa de entrenamiento se deben incluir todos los componentes necesarios a desarrollar en las sesiones, como la frecuencia, duración, intensidad, tipo de entrenamiento y materiales a utilizar, en donde gran parte de estos programas de entrenamiento suelen implementar máquinas de gimnasio, colchonetas, gomas elásticas, pesas, balones y fitball (Pareja et al., 2019).

Al inicio del programa de entrenamiento es recomendado que se realicen de 1 a 3 series, que pueden aumentarse gradualmente durante unos meses a 3 o 4 series de cada ejercicio, manteniendo descansos de 2 a 4 minutos entre series para que haya una buena recuperación del grupo muscular que se está trabajando. Como regla general con respecto al orden de los ejercicios, los ejercicios para grupos musculares grandes deben realizarse antes que los ejercicios para grupos musculares pequeños, y los ejercicios multiarticulares antes que los ejercicios monoarticulares, con el fin de crear un mayor enfoque en dichos grupos musculares. En cuanto a la elaboración más en específico del programa de entrenamiento, se recomienda una frecuencia de 2 a 3 sesiones semanales para dar lugar a un progreso significativo en los pacientes. La intensidad del entrenamiento se recomienda establecerse en el rango de 8 a 15 repeticiones máximas

(RM) con 60%–80% de 1RM. Las intensidades iniciales podrían realizarse de aproximadamente 15 RM, estas son recomendadas para no provocar un estrés metabólico al inicio del programa y pueda repercutir en la salud del paciente. Esto debe irse aumentando gradualmente durante varios meses hacia intensidades de aproximadamente 8 a 10 RM con el fin de ir mejorando la resistencia a la fuerza (Halabchi et al., 2017; Pareja et al., 2019).

Se han presentado resultados en la mejora de extensión de rodilla, flexión plantar y la pisada tras ocho semanas de entrenamiento de fuerza, realizando aproximadamente entre 10 a 15 repeticiones con ejercicios de contracción voluntaria. Se encuentra considerable la aplicación de un programa de entrenamiento de fuerza que se lleve a cabo utilizando máquinas de ejercicios asistidos, bandas de resistencia, poleas y pesas libres hasta que haya una adaptación al entrenamiento, llevando a cabo de 8 a 10 ejercicios diferentes, utilizando entre el 60 – 80% del 1RM y ejecutando tres series de 8 a 15 repeticiones y tener como mínimo 1 minuto de descanso. Algunos de los principales objetivos del entrenamiento de fuerza para personas con esta enfermedad son aumentar la fuerza y el tono muscular, mejorar el equilibrio y reducir la espasticidad (W. Coburn & H, Malek, 2016).

Cadilla Acevedo et al. (2022) tras realizar un programa de entrenamiento de fuerza orientado a la hipertrofia con duración de 7 semanas, proponen que se realicen de 2 a 4 series con repeticiones de 6 a 12 utilizando entre un 65 al 85% del 1RM y teniendo un tiempo de descanso de entre 1 a 2 minutos. Durante las siete semanas, se tuvo un incremento de la carga de un 5% comenzando desde el 65% y disminución de 2 repeticiones empezando desde 14, esto cada dos semanas.

Grazioli et al. (2019) llevaron a cabo un estudio piloto aleatorio y controlado sobre una intervención de un programa de entrenamiento de fuerza de 24 sesiones. Se llevaron a cabo 2 sesiones a la semana con duración de aproximadamente 60 minutos. Realizaron 2 series de 10 a 15 repeticiones, utilizando ejercicios de fuerza para miembros inferiores como sentadilla, desplantes laterales y elevación de pantorrilla, para miembros superiores Curl de bíceps, extensión de brazo y extensión de tríceps.

La realización de ejercicios de flexibilidad, ya sea dentro de la sesión de entrenamiento o al finalizar como vuelta a la calma, pueden disminuir la espasticidad y prevenir futuras contracciones dolorosas. Otra buena intervención son los ejercicios de equilibrio, ya que tienen efectos beneficiosos sobre las tasas de caída y un mejor equilibrio. Demostrando que, el entrenamiento de fuerza tendría un destacable beneficio en el buen funcionamiento y desarrollo de todas estas capacidades (Summers, McCubbin & Manns, 2000).

El aumento de la fuerza en las extremidades inferiores podría ser un beneficio importante del entrenamiento de fuerza. Similar a las estadísticas en pacientes con ataxia cerebelosa, la fuerza de la extremidad inferior se ve afectada por la enfermedad y en un rango mayor que los brazos y las manos. Se revelaron los efectos del ejercicio de fuerza sobre su aumento en las piernas, la capacidad de movimiento, la fatiga y la discapacidad autoinformadas, mostrándose también mejoras significativas en las fuerzas de los músculos extensores de la rodilla y flexores plantares y el rendimiento de la marcha (Blanco et al., 2004).

Para concluir esta sección, López et al. (2006) hace una similar mención acerca de que en pacientes con pequeñas limitaciones, se deben agregar ejercicios de fuerza de grupos musculares grandes que permitan gran amplitud de movimientos con 10-12 repeticiones de cada uno y varias series que puedan producir fatiga. Debe ser diseñado con ejercicios poliarticulares, de este modo le permitirá al paciente perfeccionar destrezas motrices que les permitirá integrar movimientos que sean complejos. Como resultado los pacientes pueden adquirir mayor equilibrio, coordinación y confianza en sí mismos. Los ejercicios de fuerza deben ser realizados en días alternos a los días de entrenamiento aeróbico sin que coincidan.

En Pacientes con Sarcopenia

En un estudio de revisión bibliográfica, Padilla Colón et al. (2014) han demostrado que el entrenamiento de fuerza incluso en adultos mayores ayuda al aumento de la masa muscular, la potencia y la fuerza muscular, además de mejorar

parámetros objetivos del síndrome de fragilidad tales como la velocidad de la marcha y el tiempo de levantarse de una silla, en donde se concluyó que el entrenamiento de fuerza en personas de edad avanzada produce hipertrofia de las fibras musculares y mejora los factores neurales implicados en la producción de fuerza.

Dentro de los tratamientos para combatir la sarcopenia y sus efectos benéficos, se ha encontrado que el entrenamiento de la fuerza es uno de los más utilizados y que a su vez se destacan resultados muy positivos para esta población. En la actualidad, el entrenamiento de fuerza (con mayor enfoque en la estimulación de la hipertrofia) es uno de los métodos más eficaces para combatir la sarcopenia, incrementar la fuerza y masa muscular, y mejorar la adaptación neuromuscular (Padilla Colón et al., 2014). También se considera la herramienta más eficaz para mejorar la movilidad y la marcha, disminuir las caídas, mejorar el rendimiento funcional de las actividades de la vida diaria y mejorar calidad de vida (Angulo et al., 2020; Billot et al., 2020).

Con fines de seguir los principios básicos de entrenamiento, se deberán mantener los mismos que los diseñados para deportistas: 1) principio de sobrecarga, 2) progresión, 3) especificidad e individualidad del entrenamiento, y 4) reversibilidad. Así, este tipo de programa de entrenamiento deberá producir un estímulo lo suficientemente intenso, por encima del que suponen las actividades regulares de la vida diaria, para obtener la respuesta de adaptación deseada, pero sin llegar a producir agotamiento o esfuerzo indebido (Padilla Colón et al., 2014).

Castro Coronado et al. (2021) realizaron una revisión de alcance acerca de las características de programas de entrenamiento de fuerza orientado hacia personas con sarcopenia, en donde gran parte de las intervenciones encontradas, mostraban una duración del programa de entre 3 a 6 meses con por lo menos 2 sesiones por semana, tenían una intensidad de entre el 60 al 85% de 1RM realizando 8 a 15 repeticiones. Estos estudios mostraban resultados significativos en la mejora de la salud física, aumentando la fuerza muscular, masa muscular e Índice de Masa Corporal.

Candow et al. (2015) llevaron a cabo una intervención de 74 adultos mayores de 50 años de los cuales eran 38 mujeres y 26 hombres. Los sujetos llevaron a cabo 3 series de 10 repeticiones con 1 a 2 minutos de descanso entre series. Como resultados significativos después de la aplicación del programa, se mostró que sólo 3 mujeres permanecieron con índices de sarcopenia.

En relación con la función física, existe evidencia de que la fuerza en extensión de la rodilla es un excelente predictor de dependencia y supervivencia, y que la potencia de las piernas es un predictor más fuerte de pérdida de movilidad que la fuerza. (Billot et al., 2020).

En un revisión bibliográfica realizada por Padilla Colón et al. (2014) demostraron un estudio en el cual después de 6 meses de entrenamiento de fuerza 3 veces por semana como máximo, la fuerza se incrementó un promedio del 15% para el press de pierna, 25% para el press de banca, 30% para jalón al pecho, y la masa corporal magra se incrementó en un $1,0 \pm 0,5$ kg en los adultos de edad avanzada. La carga sugerida para trabajar con la hipertrofia en un entrenamiento de la fuerza debe acercarse a un 60-80% de una repetición máxima (1RM), teniendo un volumen de 3 a 6 series por grupo muscular y realizando de 10 a 15 repeticiones por ejercicio. El tiempo de programación necesaria para observar efectos positivos es de 10 a 12 semanas, aunque en algunos estudios se observan efectos positivos con 2 semanas de entrenamiento.

Los programas de entrenamiento de fuerza suelen acompañarse con un calentamiento de 10 minutos caminando en cinta rodante con una intensidad correspondiente al 30% de la Frecuencia Cardíaca de reserva, seguido de ejercicios de calentamiento para preparar las extremidades superiores e inferiores (Grutter Lopes et al., 2019).

Para fines de mejorar el rango de movilidad, se recomienda un programa de estiramiento o flexibilidad mediante el aumento de la tolerancia al estiramiento tanto estático como dinámico. Con estiramiento estático se hace mención a la capacidad de mantener la posición al final del rango de movimiento durante cierto tiempo,

preferentemente de 15 a 20 segundos. El estiramiento dinámico busca lograr, en una transición gradual repetida en cualquier parte del cuerpo, un aumento progresivo del rango de movimiento, en este caso por una cantidad de repeticiones. El estiramiento dinámico se puede incluir en el calentamiento previo a la sesión de entrenamiento, mientras que los ejercicios de estiramiento estático es mejor que se lleven a cabo al final de la sesión, como parte de la fase de enfriamiento y liberar tensión en los músculos involucrados durante esa sesión. La dificultad del ejercicio de estiramiento, ya sea dinámico o estático, debe aumentar progresivamente al involucrar tareas motoras y cognitivas (Angulo et al., 2020).

Tabla 2

Beneficios del entrenamiento de fuerza en diferentes enfermedades

Esclerosis múltiple	Sarcopenia
Mejoras notables en diferentes áreas de la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, la flexibilidad, el equilibrio, la fatiga, la cognición y la calidad de vida.	Incremento de la masa muscular y la fuerza. Adaptación neuromuscular.
Aumento de la capacidad de movimiento y fuerza en las piernas.	Mejora el rango de movimiento. Disminución de caídas.
Mejora significativa en las fuerzas de los músculos extensores de la rodilla y flexores plantares.	Mejora del rendimiento funcional de las actividades de la vida diaria.
Mayor rendimiento de la marcha.	Aumento de capacidades cognitivas y volitivas. Incrementa la velocidad de la marcha y el tiempo de levantarse de una silla.

Nota. Resumen de los beneficios del entrenamiento de fuerza en la composición corporal, funcional y neural en personas con esclerosis múltiple y sarcopenia.

Tabla 3

Dosificación del entrenamiento de fuerza en los padecimientos

Esclerosis múltiple	Sarcopenia
Frecuencia: 2 a 3 sesiones semanales	Frecuencia: 2 a 3 sesiones semanales
Intensidad: 60%–85% de 1RM	Intensidad: 60 – 85% 1RM
Volumen: 8 a 15 repeticiones	Volumen: 10 a 15 repeticiones
1 a 4 series	3 a 6 series
Descanso: 1 a 4 minutos	Descanso: 1 a 2 minutos
Tipo: Máquinas, bandas de resistencia, poleas.	Tipo: Máquinas

Nota. Recomendaciones acerca de la dosificación de entrenamiento en un programa con objetivo de aumentar la fuerza en personas con esclerosis múltiple y sarcopenia.

Capítulo II. Metodología

Diseño

El presente proyecto de investigación se clasifica dentro del diseño preexperimental, dirigido hacia un estudio de caso. Se consideró este tipo de diseño debido a que el grado de control es mínimo, siendo un solo sujeto al que se le brindó el seguimiento. De igual manera, es considerado como un estudio exploratorio hacia el cual se estará teniendo un primer acercamiento del efecto del entrenamiento de fuerza dirigido a personas con el padecimiento de ataxia cerebelosa (Hernández Sampieri, et al., 2014).

Muestra

El tipo de muestra se consideró no probabilística, debido a que no se seleccionó a toda la población que tenga la enfermedad de ataxia cerebelosa, sino que se seleccionó a un solo sujeto con los criterios de inclusión específicos para la investigación y poder cumplir de manera adecuada los propósitos establecidos de este protocolo (Hernández-Sampieri, et al., 2014).

Criterios de Inclusión

- Ser masculino de adultez media.
- Tener diagnóstico previo de ataxia cerebelosa.
- Residir dentro del área metropolitana del estado de Nuevo León.
- Ser físicamente activo.
- Manipular objetos en bipedestación.

Criterios de Exclusión

- Tener otro padecimiento.

No haber realizado ejercicio físico anteriormente.

Utilizar aparato de apoyo, como silla de ruedas.

Rehusarse a las evaluaciones físicas.

Criterios de Eliminación

No cumplir con el protocolo por el tiempo estipulado.

Descripción del Caso

El sujeto de estudio es un adulto masculino de 54 años, diagnosticado con ataxia cerebelosa desde hace 13 años (en el año 2010) a través de una tomografía axial computarizada (TAC). Su nivel escolar es técnico. Es casado desde hace 31 años y su nivel socioeconómico es medio. Se pensionó hace nueve años y actualmente es comerciante de un negocio propio.

No tiene antecedentes familiares relacionados con ataxia cerebelosa, tampoco ingiere alcohol de manera continua ni ha tenido alguna intoxicación, por lo que aún se desconoce la causa de adquisición de la enfermedad. Por otra parte, cuenta con antecedentes familiares de causas de muertes relacionados con infarto (padre). Como antecedentes personales de enfermedades, hace aproximadamente 10 años (2013) fue hospitalizado por peritonitis, empezó como un dolor abdominal y terminó con una cirugía de urgencia debido a que se reventó el apéndice. Un año después, fue hospitalizado por una piedra en el riñón y tuvo tratamiento para que se disolviera. Como antecedentes de lesiones, previo a la detección del padecimiento (2000-2009), tuvo múltiples caídas debido a la práctica de ciclismo de montaña a nivel competitivo, donde algunas de ellas lo llevaron a luxaciones acromioclavicular. Posterior al diagnóstico (2010-2017) continuó con el deporte sin competir y a menor intensidad, continuando con caídas ahora relacionadas con el padecimiento.

En la actualidad puede caminar y trasladarse sin ayuda externa, de manera lenta y con una base inestable. Tiene un estilo de vida independiente en actividades de la vida

cotidiana como bañarse, cambiarse, comer y manejar. Suele presentar dificultades al realizar actividades relacionadas con la motricidad fina, como abrocharse una camisa o las agujetas, servir un vaso de agua, insertar llaves para abrir una puerta, entre otros, sin embargo, busca realizarlos por su propia cuenta.

A nivel psicológico, el sujeto de estudio destaca que en ningún momento tuvo etapas de depresión, siempre ha contado con actitud positiva y buen estado de ánimo. Por otra parte, hace mención de en ocasiones sentirse algo frustrado por tener ligeras complicaciones al momento de realizar ciertos movimientos que suelen ser complicados, pero esos sentimientos suelen ser momentáneos.

Los médicos mencionan que no hay una cura contra el padecimiento, pero sí existen ayudas para retrasarlo. Por ejemplo, ayudas farmacológicas para el dolor de cabeza y mareos que suele presentar; ayudas no farmacológicas como fisioterapia y ejercicio físico para trabajar capacidades físicas coordinativas y retrasar la pérdida de músculo. Han destacado que, gracias a su nivel de actividad física, la pérdida de masa muscular en extremidades se ha retrasado poco a poco y no ha sido tan radical como en la mayoría de los pacientes con este padecimiento, permitiéndole continuar caminando y realizando movimientos coordinados a su alcance. Muestra interés en la práctica de entrenamiento de fuerza en gimnasio y aeróbico en bicicleta estática.

Consideraciones Éticas

El presente proyecto de investigación fue aprobado por la Coordinación de Investigación de la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León, contando con el número de registro: REPRIN-FOD-128. La investigación se apegó a los lineamientos y principios estipulados por la Declaración de Helsinki (DH), la Norma Oficial Mexicana (NOM-004-SSA3-2012), así como por el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (LGSMIS) y la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP).

En primera instancia, con lo estipulado en el Artículo 16 LGSMIS y principio 24 DH, se le brindó al sujeto de estudio un formato de aviso de privacidad (Anexo C) con lo establecido en la LFPDPPP, en el Capítulo II de los Principios de Protección de Datos Personales en los artículos 11, 13, 14, 15, 16 y 17.

Se entregó un consentimiento informado (Anexo D) con aspectos relacionados conforme a lo establecido en la LGSMIS en su Capítulo I del Título Segundo, relacionado con los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, en el Artículo 14 dentro de las fracciones V, VI, VII y VIII, a los principios 25 y 26 de la DH y a la NOM-004-SSA3-2012 del expediente clínico, en el Apéndice A, Sección D17.

Por lo descrito en el artículo 21 LGSMIS (Secciones I, II, III, IV, VI, VII, VIII y IX) y recomendaciones de los principios 16 y 17 DH, el paciente fue notificado de manera clara y completa sobre los objetivos de la investigación, los procedimientos que se llevarán a cabo, que los beneficios esperados son mayores a los posibles riesgos que se pudieran presentar, recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración de dudas, la seguridad de que se mantendrá confidencialidad y el compromiso de proporcionar la información obtenida durante el estudio.

El protocolo se encuentra dentro de la clasificación de investigación de riesgo mínimo, de acuerdo con lo declarado en la LGSMIS en el artículo 17 Sección II, realizándose mediciones de composición corporal y aplicación de ejercicio moderado en voluntarios sanos. Sin embargo, dentro del consentimiento informado se le informó al paciente que podría presentar posibles reacciones adversas al ejercicio como sudoración, mareos, náuseas, vómito y pérdida de agudeza visual.

Al finalizar la intervención del programa de entrenamiento, se realizará la publicación del proyecto final, así como de los resultados obtenidos, por lo que se tomarán las recomendaciones descritas en el principio 36 DH.

Instrumentos

Composición Corporal

Absorciometría de Rayos X de Energía Dual (DXA). En la revisión de un estudio, para evaluar la composición corporal en pacientes con sarcopenia (Grutter Lopes et al., 2019) se utilizaron DXA (DPX-IQ Lunar Radiation Corporation TM , Madison, WI, EE. UU.) basándose en los protocolos estándar. Por tal motivo, para la evaluación de esta primera sección, se consideró que se realizara a través de la utilización del DXA (Absorciometría de Rayos X de Energía Dual). El equipo fue calibrado de acuerdo a las instrucciones del fabricante y los escaneos fueron realizados en alta resolución y analizados por el mismo técnico capacitado.

El DXA envía un haz delgado e invisible de dosis baja de rayos X con dos picos de energía distintos a través de los huesos que son examinados. Un pico es absorbido principalmente por el tejido blando y el otro por el tejido óseo. La cantidad de tejido blando puede sustraerse del total y lo que resta es la densidad mineral ósea del paciente.

Para la valoración se le solicitó al sujeto de estudio que utilice ropa holgada, retirarse los zapatos y quitar cualquier accesorio de metal, posteriormente se le solicita que se recueste en una mesa acolchada. Un generador de rayos X se encuentra ubicado debajo del paciente y un dispositivo de imágenes, o detector, se posiciona arriba.

El sujeto deberá colocarse justo en la línea central que está marcada en la cama. Sus extremidades deben permanecer juntas, por lo cual puede ser necesaria la utilización de abrazaderas para evitar que se despeguen o se dirijan hacia otra posición. En el momento en el que el paciente ya esté bien acomodado se puede iniciar la evaluación.

El detector pasa lentamente por el área, generando imágenes en un monitor de computadora y el paciente debe permanecer inmóvil para reducir la posibilidad de que salga borrosa. El examen por lo general tiene una duración entre 10 a 30 minutos.

Finalizada la valoración, los datos que se solicitaron para este estudio fueron la densidad mineral ósea y composición corporal.

Otras herramientas que fueron utilizadas dentro del protocolo para valoración de la masa muscular se estimaron a través de otras técnicas, como medidas antropométricas y análisis de impedancia bioeléctrica, las cuales destacaban entre los instrumentos utilizados para la medición corporal en pacientes con sarcopenia (Billot et al., 2020).

Impedancia Bioeléctrica Para la medición de la impedancia bioeléctrica se requirió de la báscula TANITA modelo MC-780U, de la cual se extrajeron los resultados del peso corporal, Índice de Masa Corporal, % de Masa Grasa, % de Masa Muscular, % de Agua, % de Grasa Visceral y Tasa Metabólica Basal.

Para su procedimiento, se le solicitó al sujeto que utilizara ropa holgada, retirarse los zapatos y cualquier accesorio de metal que esté utilizando. Se ingresaron a la báscula datos generales acerca de su nivel de actividad física para que la báscula indique marcadores más precisos para esa población. El sujeto coloca sus pies en las líneas marcadas en el centro de la bascular, sujeta con ambas manos la báscula en donde se indica, tener la mirada hacia el frente y mantener una posición erguida durante unos segundos hasta que la báscula lo indique, posterior a esto, la valoración termina y se le indica al paciente bajarse de la báscula.



Figura 1. Datos arrojados en la báscula TANITA modelo MC-780U

Antropometría. Para las mediciones antropométricas se solicitó la ayuda de una Doctora del área de nutrición que cuenta con ISAK Nivel 3. El material que se utilizó fue un plicómetro, cinta antropométrica y banco antropométrico, con el cual se midieron:

1. Pliegues (mm):

- Muslo anterior
- Pantorrilla medial

2. Perímetros (cm):

- Brazo relajado
- Brazo flexionado
- Antebrazo
- Muslo medial
- Pantorrilla máxima



Figura 2. Evaluación de medidas antropométricas

Para ambas pruebas se le solicita al sujeto no ingerir alimentos por lo menos 4 horas antes a la valoración, de ser posible en ayunas, no utilizar cremas corporales y preferir tener la vejiga vacía.

Desempeño Físico

A continuación, se destacarán las baterías utilizadas y validadas para evaluar el nivel de actividad física, nivel de ataxia y desempeño físico del paciente.

Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ). Se aplicó la batería IPAQ (Cuestionario Internacional de Actividad Física) en su versión corta (Anexo E), el cual tiene un origen en el año de 1998 en Ginebra y comenzó a desarrollarse como un medidor internacional del nivel de actividad física. La batería contiene un grupo de 4 cuestionarios, en esta ocasión se aplicará la versión corta que consiste de 7 preguntas generales. Su propósito es proveer instrumentos comunes que pueden ser usados para obtener datos internacionalmente comparables relacionados con actividad física relacionada con salud.

Las preguntas hacen referencia acerca del tiempo que el sujeto fue físicamente activo en los últimos 7 días. Es importante que el sujeto tome en cuenta todas aquellas actividades que hace, como ir al trabajo, en el jardín, en la casa, trasladarse de un lugar a otro, el uso tiempo libre y si realiza ejercicio o deporte, ya que se toma en cuenta el tiempo de realización de cada una y el nivel de intensidad en el cual se está realizando.



Figura 3. Aplicación de baterías para evaluar el desempeño físico.

Se encontró que la batería tiene correlaciones típicas que se encuentran entre $r=0.80$ para la confiabilidad y $r=0.30$ para la validez. Tomando en cuenta su aplicación en distintos países, los investigadores encargados consideraron que la aplicación métrica del IPAQ es aceptable (Mantilla Toloza & Gómez-Conesa, 2007).

Escala para la Calificación y Evaluación de la Ataxia (SARA). Otra batería altamente destacada, es la Escala para la Calificación y Evaluación de la Ataxia (SARA) (Anexo F), que tiene como punto final la mejora o la detención de la progresión de la ataxia (Buckley et al., 2018, De Silva et al., 2019). Las tareas comúnmente utilizadas para la escala incluyen:

1. *Prueba de caminata*, se solicita que camine a una distancia segura paralela a una pared y que camine en tándem (de los talones a los dedos de los pies) sin apoyo.

2. *Prueba de postura*, se solicita que se pare en posición natural, con los pies juntos en paralelo y en tándem (ambos pies en una línea, sin espacio entre el talón y los dedos). Para cada condición, se permiten tres intentos. Se califica la mejor prueba.

3. *Prueba de sentado*, se solicita que se siente con los ojos abiertos y los brazos extendidos hacia el frente.

4. *Prueba de alteración del habla*, se evalúa durante una conversación normal.

5. *Prueba de persecución de dedos*, el dedo índice del sujeto sigue el dedo índice en movimiento del examinador con la mayor precisión posible.

6. *Prueba de dedo-nariz-dedo*, el sujeto señala repetidamente con su dedo índice desde su nariz hacia el dedo del examinador.

7. *Movimientos alternantes rápidos*, el sujeto realiza ciclos de alternancia repetitiva de pronación y supinación de la mano sobre el muslo.

8. *Pruebas del talón a la espinilla*, se les pide que estiren una pierna y usen el talón de la pierna contraria para deslizar hacia la espinilla hasta la rodilla con suavidad y precisión, en esta prueba comúnmente tendrán dificultades para que el talón permanezca sobre la espinilla.

Estas técnicas de evaluación son utilizadas para evaluar anomalías sutiles del equilibrio asociadas con la disfunción cerebelosa (Sheng Han Kuo, 2019).

Cada tarea tiene una puntuación que van de 0 al 4, siendo 0 la ausencia de ataxia y 4 una ataxia avanzada. Al finalizar, se suma el puntaje de cada tarea y se obtiene el resultado de una puntuación general, la cual oscila entre 0 y 40, siendo 0 la ausencia de ataxia y 40 una ataxia grave o avanzada.

Batería Corta de Desempeño Físico (SPPB). Una de las herramientas más utilizadas para evaluar el desempeño físico en personas mayores, en ocasiones con sarcopenia, es la SPPB (Batería Corta de Desempeño Físico) que, además de evaluar la velocidad de la marcha al ritmo habitual del individuo, este test mide el equilibrio y la fuerza en miembros inferiores (Anexo G). Esta batería se ha correlacionado con la detección de pérdida de actividades de la vida diaria y es una buena herramienta para identificar a los pacientes que pueden beneficiarse de una intervención de ejercicio (Angulo et al., 2020). La batería se desarrolla en las siguientes fases:

Prueba de equilibrio

El sujeto debe ser capaz de ponerse de pie sin ayuda y sin el uso de un bastón o un andador, solo se le puede ayudar a levantarse. Poniéndose de pie de las siguientes maneras:

- a) De pie con los pies juntos.
- b) De pie con los pies en semi-tándem.
- c) De pie con los pies en tándem completo.

Prueba de velocidad y marcha

- a) Primera prueba de velocidad y marcha
- b) Segunda prueba de velocidad y marcha

Prueba de levantamiento de la silla

- a) Prueba previa de levantamiento de silla
- b) Prueba repetida de levantarse de la silla

Cada una de las pruebas se califica con puntajes, que van desde 0 (el más bajo) hasta 4 (más alto). Al final, se suman los puntos de todas las pruebas para obtener un puntaje general y calificar el nivel de desempeño físico que va desde 0-3 (muy bajo), 4-6 (bajo), 7-9 (moderado) y 9-12 (alto). La validez y fiabilidad de la batería SPPB a través de test-retest fue considerada como muy buena, teniendo un coeficiente de correlación de 0.87 (IC95%: 0.77-0.93) (Gómez et al., 2013).

En general, el SPPB es una prueba confiable para poder detectar la fragilidad en personas mayores y además ayuda a tener un seguimiento en el desempeño físico del sujeto.

Fuerza

Biodex system 3. Se encontró que un estudio (Pareja et al., 2019) utilizó el Biodex System 3 para la valoración de fuerza isocinética en pacientes con Esclerosis Múltiple. Por tal motivo, se llegó a la conclusión de medir la fuerza isocinética máxima de los extensores de la rodilla a través de un dinamómetro isocinético (Biodex System 4 QUICK SET).

Para la realización de esta prueba se le solicita al sujeto que acuda de preferencia con ropa deportiva para que se sienta más cómodo y pueda realizar todos los movimientos involucrados de la mejor manera, sin ningún tipo de molestia o incomodidad.

Primero se debe de realizar la fijación y posicionamiento del asiento donde se realiza la actividad.

1. Se ubica al sujeto en el asiento.
2. Rotar el asiento 90° grados.
3. Rotar el dinamómetro 90° grados. Se desliza el dinamómetro a través de las guías de posición a lo largo de la pierna a evaluar.

4. Acoplar el accesorio de la rodilla al dinamómetro. Realizar la alineación del eje del dinamómetro con el eje tomando como referencia el punto rojo.

5. Hacer la alineación de la rodilla del paciente con el eje del dinamómetro. Se sitúa el asiento a la altura adecuada.

6. Ajustar el accesorio para rodilla de forma que quede próximo al medio, utilizar las correas de sujeción.

7. Estabilizar al paciente con las correas de sujeción de cadera, hombro y muslo.

Posteriormente, se elige el tipo de aplicación clínica en el que se colocará el modo de operación Biodex, que en este caso será isocinético y se utilizará en la modalidad pasiva debido a las siguientes indicaciones:

1. El modo pasivo es frecuentemente utilizado en post-operatorios especialmente con los ligamentos anteriores, abrasión de artoplastas y reemplaces de rodilla en general para aprovechar los beneficios del movimiento continuado pasivo.

2. El modo pasivo puede ser utilizado para mover la extremidad en una dirección y concéntricamente asistir o excéntricamente oponer resistencia en la otra dirección, la extremidad puede ser movida a través de un rango parcial de extensión. El sujeto puede asistir o resistir la flexión con un esfuerzo voluntario.

3. El modo pasivo puede utilizarse para ejercicio activo asistido.

4. El modo pasivo puede ser usado para realizar contracciones excéntricas o concéntricas.

Para el seguimiento de la evaluación, se tomó en cuenta el siguiente protocolo:

1. Brindar al paciente indicaciones sobre los ejercicios de calentamiento y enfriamiento, comandos e instrucciones.

2. Realizar repeticiones de prueba para ir familiarizándose con el equipo.

3. Asegurarse de que el paciente se familiarice con el equipo antes de comenzar con los test. Se recomienda que el paciente realice de dos a tres sesiones de ejercicios antes de comenzar con el test correspondiente.

4. Utilizar las técnicas apropiadas de estabilización restringiendo el movimiento solamente al área que está siendo tratada. Las extremidades de cualquiera de los dos lados que estén siendo sometidas a cualquier test han de ser firmemente sujetas.

5. La alineación del eje del dinamómetro con la forma anatómica del sujeto es crucial para asegurar que durante el test los patrones son consecuentes con las propiedades biomecánicas de la articulación. Una correcta alineación también ayudará a eliminar estrés de carga de la articulación haciendo partícipes también a otros grupos de músculos.

6. Asegúrese de fijar correctamente el ángulo de referencia anatómico. El goniómetro interno del software está basado en este ángulo de referencia y además es importante para la correcta interpretación de los datos.

7. Deberá acompañarse el tratamiento con la suficiente motivación visual-verbal.

Si el sujeto ve el monitor durante la sesión de ejercicio, este podría cambiar sus patrones de conducta, por lo que no es recomendable que el paciente tenga acceso visual a la pantalla durante las sesiones de test.

Se evaluó la articulación de la rodilla con el patrón de extensión/flexión y utilizando las velocidades de 60°, 180° y 300°, ya que son las sugeridas por el dispositivo para el tipo de sujeto a quien se le aplicará.



Figura 4. Evaluación de fuerza isocinética a través de Biodex System 3

K-Force / K-Invent. Para esta variable se recurrió a la utilización de las plataformas K-FORCE / K-INVENT. Para llevar a cabo la valoración, se le solicitó al sujeto que acudiera de preferencia con ropa deportiva para que se sintiera más cómodo y pudiera realizar todos los movimientos involucrados de la mejor manera, sin ningún tipo de molestia o incomodidad. Para realizar estas evaluaciones se necesitó de dos tipos de dinamómetro portátil para evaluar la fuerza muscular en miembros superiores e inferiores y una plataforma de base estable para medir el equilibrio estático. Cada uno de ellos se describirá a continuación y se presentarán en el orden por el cual fueron realizadas:

1. Placas de fuerza para postura

Las plataformas permiten medir el equilibrio estático y dinámico en una amplia gama de movimientos (postura, sentadillas, salto con contramovimiento).

Se llevó a cabo la valoración para evaluar su postura bípode, la cual hace un análisis del centro de presión y la distribución del peso.

Para realizar esta evaluación, se le solicita al sujeto que esté descalzo, posteriormente pasa a colocar sus pies justo en las marcas donde se muestra en las placas y se mantiene por cinco segundos en esta posición para que se logre realizar el análisis.

Se debe cuidar mantener una correcta postura en todo momento, manteniendo piernas bien extendidas, espalda completamente recta y mirada hacia el frente.

2. Fuerza de agarre

Se realizó a través de un dinamómetro conectado para medir la fuerza de agarre en una variedad de situaciones: medición de fuerza (por ejemplo, prueba de agarre), ejercicios, juegos, rehabilitación (mano y extremidades superiores, fatiga nerviosa del atleta).

La prueba que se realizó fue para medir su fuerza de agarre en ambas manos. El sujeto debe de permanecer sentado en una silla con respaldo, se le solicita que coloque su brazo de manera que el codo se encuentre en un ángulo de 90° , el antebrazo de manera medio prono (neutral) y muñeca en dorsiflexión, toma el dinamómetro y ejerce la mayor fuerza posible durante cinco segundos teniendo tres segundos de descanso y realizándolo tres veces en cada brazo, con el fin de tener resultados más completos en la evaluación.



Figura 5. Evaluación para fuerza de agarre a través de K-FORCE

3. Controlador muscular

Dinamómetro muscular equipado con transductores de fuerza electrónicos que brindan bio-retroalimentación acústica y óptica en tiempo real.

Las pruebas que se realizaron fueron enfocadas a la evaluación de la fuerza máxima en extremidades superiores e inferiores.

La primera prueba se utilizó para evaluar el frente de sujeción, en el cual se le solicita al sujeto que se encuentre sentado en una silla, con espalda completamente recta y cadera pegada al respaldo. Se le solicita que tome el controlador muscular con ambas manos, colocándolo justo en el centro del pecho y colocando sus codos hacia los lados. Ejerce la mayor fuerza posible durante cinco segundos, teniendo tres segundos de descanso y realizando tres intentos.

A continuación, siguen realizándose pruebas de extremidades superiores ahora de manera unilateral.

Abducción horizontal del hombro, se le solicita al sujeto que se ponga sentado en una silla, colocando los pies de soporte en el piso, elevando su brazo a 90° , desde esa altura el evaluador coloca el controlador muscular en la parte superior del codo, en donde ejerce fuerza hacia abajo e indicándole al paciente que ejerza una fuerza contraria a ese sentido para generar la contracción muscular, generará la fuerza durante cinco segundos, teniendo tres segundos de descanso y realizando tres intentos en cada brazo.

Antepulsión horizontal del hombro, el sujeto en una silla, colocando los pies de soporte en el piso, hace una elevación frontal de su brazo a 90° , a esa altura el evaluador coloca el controlador muscular en la parte inferior del codo, en donde ejerce fuerza hacia abajo e indicándole al paciente que ejerza una fuerza contraria a ese sentido para generar la contracción muscular, genera la fuerza durante cinco segundos, teniendo tres segundos de descanso y realizando tres intentos en cada brazo.

Rotación externa de hombros, el sujeto sentado en una silla, colocando los pies de soporte en el piso, hombro neutral, codo en flexión a 90° y antebrazo de manera neutral. El evaluador coloca el controlador muscular contra la superficie extensora del

antebrazo, justo cerca al pliegue de la muñeca. El sujeto debe ejercer fuerza en contra del evaluador durante cinco segundos, teniendo tres segundos de descanso y realizando tres intentos en cada brazo. Se debe evitar despegar el codo del cuerpo y tampoco inclinar su cuerpo.

Posteriormente se pasará a realizar evaluaciones en miembros inferiores.

Flexión de rodilla a 90° para isquiotibiales, el sujeto se coloca en una camilla en posición decúbito prono, flexionando su pierna a 90° y colocando su tobillo en dorsiflexión. El evaluador coloca el controlador muscular por debajo del tendón de Aquiles y el paciente debe ejercer la mayor fuerza posible en contra de donde se encuentra el dispositivo durante cinco segundos, teniendo tres segundos de descanso y realizando tres intentos en cada pierna. Se debe evitar despegar el codo del cuerpo y tampoco inclinar su cuerpo.

Extensión de rodilla a 90° para cuádriceps, el sujeto se coloca sentado en una camilla en donde se encuentre completamente apoyado desde su rodilla hasta la cadera, pierna flexionada a 90° y tobillo en dorsiflexión. El evaluador coloca el dispositivo en la superficie anterior de la extremidad inferior próximo a la articulación del tobillo y el sujeto deberá ejercer fuerza en contra durante cinco segundos, teniendo tres segundos de descanso y realizando tres intentos en cada pierna. Se debe evitar despegar el codo del cuerpo y tampoco inclinar su cuerpo.



Figura 6. Evaluación de fuerza isométrica con controlador muscular en miembros inferiores

Fuerza Máxima. Para medir la intensidad de la carga, la manera más utilizada de llevar el control del entrenamiento de la fuerza es a través de la repetición máxima (RM) considerada como la capacidad de movilizar el mayor peso posible en un ejercicio cuando se realiza una repetición y no puede ejecutarse la segunda de forma consecutiva.

Su obtención se usó para determinar los porcentajes específicos de la carga a utilizar y a partir de ahí planificar el entrenamiento con diferentes objetivos.

Con el fin de evitar el estrés metabólico que conlleva realizar 1RM máxima, se realizaron 10 RM y 5 RM con el peso obtenido, a través de la fórmula de Epley (1985),

$$(\text{Peso levantado} * .0333 + \text{Repeticiones al fallo}) + \text{Peso levantado}$$

podremos determinar la estimación de 1RM encontrado y de ahí desglosar los porcentajes dependiendo de la semana de entrenamiento que nos encontremos.

Es importante tomar en cuenta que el número de repeticiones máximas que se pueden realizar con una carga aumenta conforme disminuye el valor absoluto de la misma, el número de repeticiones realizadas dependerá del nivel de rendimiento que posea el individuo y el grupo muscular a evaluar (Suárez et al., 2013).

Los ejercicios que se realizaron para esta valoración se mencionarán como “principales”, a continuación se mostrarán junto con el material que se utilizó para cada uno:

Tren superior:

- Press estricto (Barra olímpica y discos)
- Press de pecho (Barra olímpica y discos)
- Remo inclinado (Par de mancuernas)

Tren inferior

- Sentadilla goblet (Una sola mancuerna en posición de “Goblet” y asistencia de banca)
- Peso muerto (Pesa rusa, barra olímpica y discos)
- Empuje de cadera (Barra olímpica y discos)

El sujeto realizó un calentamiento previo a la sesión y ejercicios de aproximación para preparar a los músculos que van a trabajar, se evaluó un solo ejercicio por día para evitar el estrés muscular, no inducirlo rápido a la fatiga y evitar cualquier error.



Figura 7. Evaluación de Fuerza Máxima en ejercicios multiarticulares

Procedimiento

Para poder llevar a cabo la realización del protocolo de entrenamiento de fuerza, se buscó la participación voluntaria de un sujeto previamente diagnosticado con la enfermedad de ataxia cerebelosa. Tras haber elegido al sujeto, se le brindó la información general del protocolo, su duración, frecuencias semanales, tipos de entrenamiento que se llevarán a cabo, cuando y que evaluaciones se realizarán.

El paciente habiendo aceptado dichos términos, comenzó el protocolo con evaluaciones iniciales (Pre) para poder realizar un entrenamiento de fuerza individualizando y enfocado hacia sus necesidades. Dichas evaluaciones fueron las siguientes:

Para la evaluación de la composición corporal se utilizaron métodos indirectos y doblemente indirectos:

- Absorciometría de Rayos X de energía dual (DXA)
- Impedancia bioeléctrica
- Antropometría

Para fines de conocer su desempeño físico se utilizaron siguientes baterías:

- Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)
- Escala para la Calificación y Evaluación de la Ataxia (SARA)
- Batería Corta de Desempeño Físico (SPPB)

Como último parámetro, para medir sus capacidades de fuerza se utilizaron tres métodos de evaluación:

- Biodex System 3.
- K-force / K-invent.
- Estimación de 1RM.

Posterior a la recolección de los resultados obtenidos de todas las variables, se comenzará la planificación de las sesiones de entrenamiento.

La carga comenzó desde la primera semana con el 70% de la estimación de 1RM, aumentando la carga progresivamente un 5% cada dos semanas hasta llegar al 90% de los ejercicios principales, en conjunto con ejercicios complementarios, teniendo como resultado 10 semanas en la fase inicial. Posteriormente se realizó una segunda estimación de 1RM (Inter) para conocer si era necesario realizar un cambio o ajuste para la siguiente parte del protocolo que fueron otras diez semanas más de entrenamiento con la misma dosificación del inicio. Aunque se continuó con el mismo porcentaje del 70-90%, tomando en cuenta que hubo un incremento de peso levantado en la segunda evaluación, ya no sería la misma carga de la fase inicial debido a que incrementó su estimación de 1RM. Concluidas las siguientes diez semanas, se llevaron a cabo las evaluaciones finales (Post-test) y para concluir se realizó una revisión de los resultados obtenidos tras la aplicación del protocolo de entrenamiento de fuerza (Anexo H).

En el protocolo de intervención se distribuyeron tres días alternados de entrenamiento de fuerza (descanso de 48 horas), entre ellos hubo un día de entrenamiento aeróbico (con bicicleta estacionaria) y un día destinado a práctica de ejercicios de coordinación y movilidad (Anexo I).

Análisis Estadístico

Para el desarrollo del análisis estadístico sobre los resultados obtenidos en las evaluaciones se utilizó la plataforma de Microsoft Excel 2016 para Windows. Se realizó primero un desglose de las evaluaciones realizadas en las distintas variables (composición corporal, desempeño físico y fuerza), se crearon distintos apartados para colocar de manera individual cada prueba realizada junto con sus respectivos resultados Pre y Post intervención, mostrando una tabla en conjunto para poder observar las diferencias en cuanto a los resultados obtenidos.

Capítulo III. Resultados

Se realizó una intervención con un programa de entrenamiento de fuerza a un masculino de adultez media residente del estado de Nuevo León, diagnosticado con ataxia cerebelosa desde hace diez años por un médico especialista en neurología. Es importante mencionar que el sujeto de estudio es independiente para caminar, cargar y trasladar objetos en bipedestación sin utilizar aparatos de asistencia (por ejemplo, silla de ruedas). Contaba con experiencia previa de ejercicio físico, específicamente con entrenamiento de fuerza y de tipo aeróbico.

Para este apartado se presentarán los resultados obtenidos de las variables en el orden que se ha seguido durante el desarrollo del proyecto, empezando con la composición corporal, seguido del desempeño físico y terminando con fuerza.

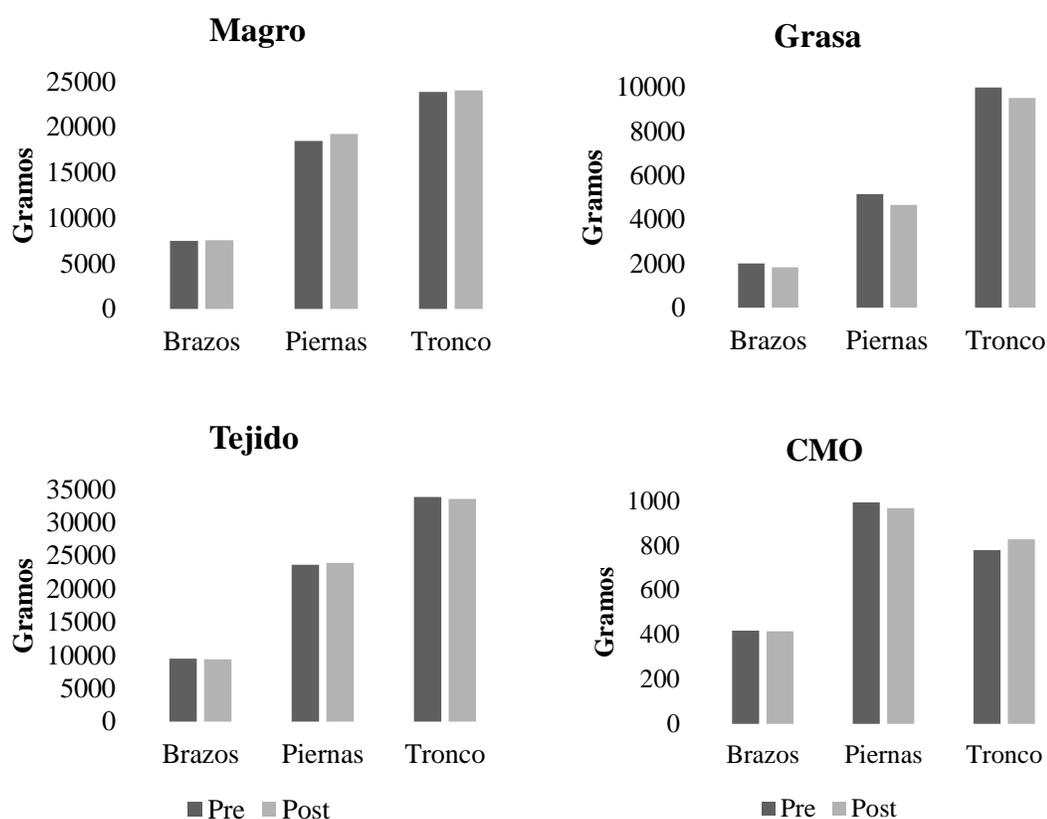
Composición corporal

Absorciometría de Rayos X de energía dual (DXA)

En los resultados obtenidos para la medición de la composición corporal a través del DXA, se encontró que al final del programa de intervención de fuerza hubo un aumento en la masa magra y disminución de la masa grasa representado en gramos (Figura 8).

Figura 8.

Resultados de composición corporal en diferentes segmentos pre y post intervención.



Nota. CMO (Contenido Mineral Óseo).

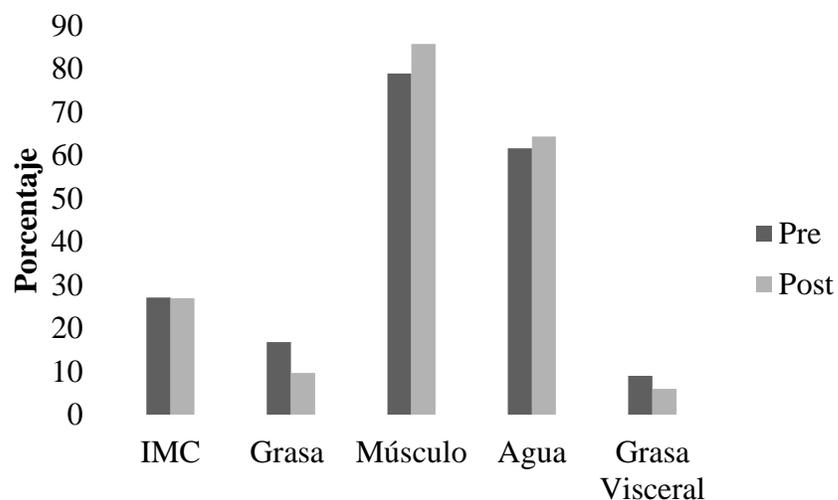
Impedancia Bioeléctrica

Utilizando el instrumento de impedancia bioeléctrica a través de la TANITA modelo MC-780U, se extrajeron resultados sobre el IMC, masa grasa, masa magra, agua y grasa visceral. Destacando las variables de mayor importancia para esta intervención,

observamos que hubo un incremento significativo en la masa muscular posterior a los seis meses de intervención con entrenamiento de fuerza (Figura 9).

Figura 9.

Resultados de las variables en la composición corporal a través de TANITA modelo MC-780U.

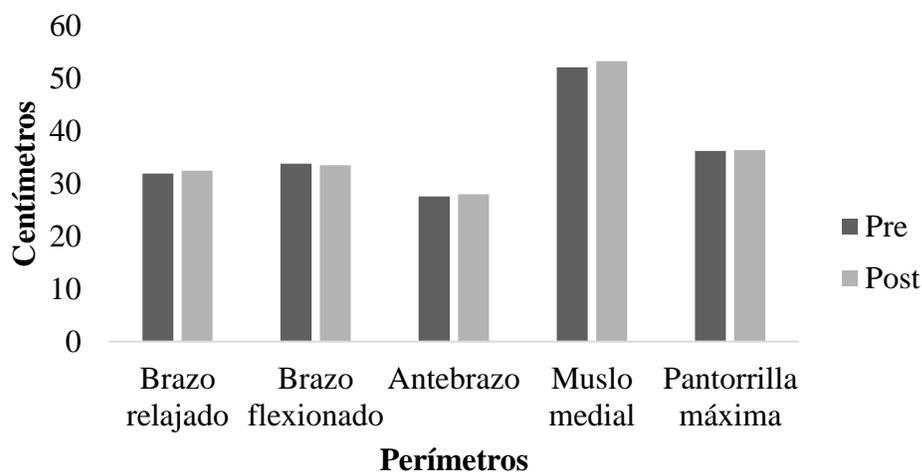


Antropometría

En la evaluación de composición corporal a través de métodos doblemente indirectos, en este caso la antropometría, podemos observar que hubo un aumento en los perímetros para la medición del aumento en masa muscular, tanto en miembros superiores como en inferiores al finalizar los seis meses de intervención (Figura 10).

Figura 10.

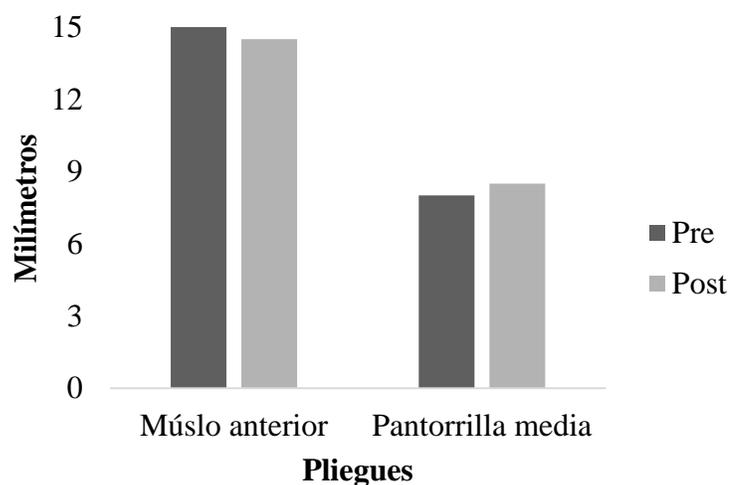
Resultados de antropometría en variable de perímetros.



En la sección de pliegues para evaluar el rango de grasa hubo una disminución en la parte del muslo anterior y un aumento en la pantorrilla media (Figura 11).

Figura 11.

Resultados de antropometría en variable de pliegues.



Desempeño físico

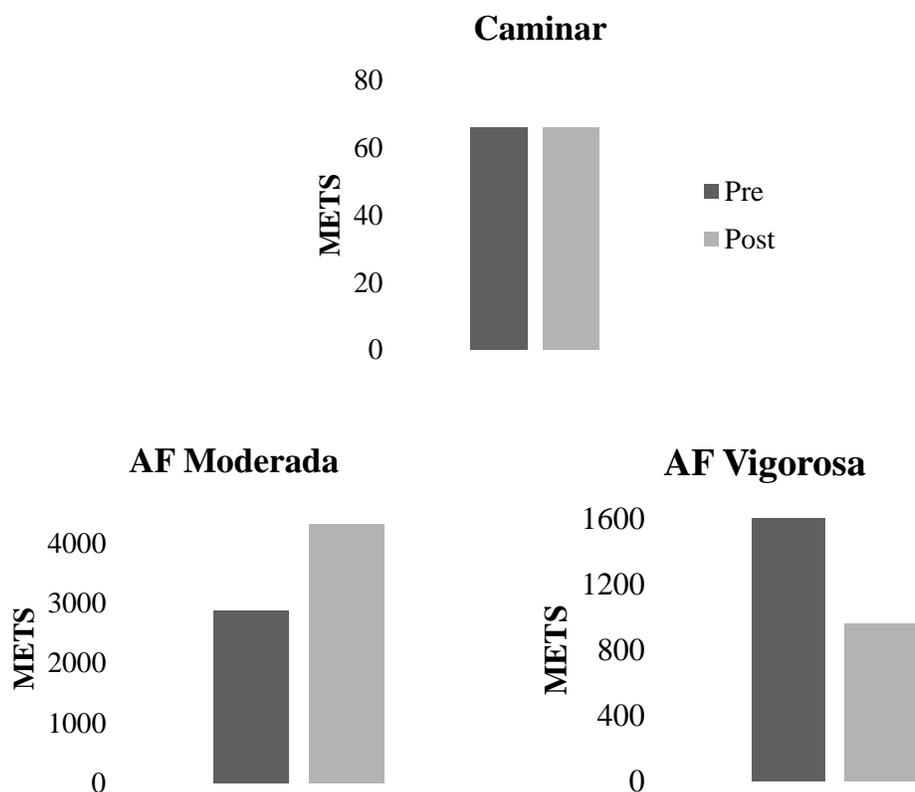
Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)

Para la medición del nivel de actividad física, el IPAQ destaca los resultados a través de la medición de los METS, el cual es considerado como un equivalente metabólico y expresa el gasto energético de actividades físicas específicas en relación a la tasa

metabólica, en este caso haciendo relación a la caminata, actividades físicas moderadas y vigorosas (Figura 12).

Figura 12.

Resultados de los METS en las variables de Caminar, Actividad Física Moderada y Actividad Física Vigorosa.



Escala para la Calificación y Evaluación de la Ataxia (SARA)

Tomando en cuenta las consideraciones de puntuación media de SARA para las actividades de la vida diaria, el sujeto de estudio se encuentra dentro de los parámetros de la dependencia mínima, teniendo puntajes totales de 9 en las tomas pre y post, considérense como la dependencia mínima a un puntaje entre 3.68 – 9.99 (Tabla 4).

Tabla 4.

Resultados de la Escala para la Calificación y Evaluación de la Ataxia.

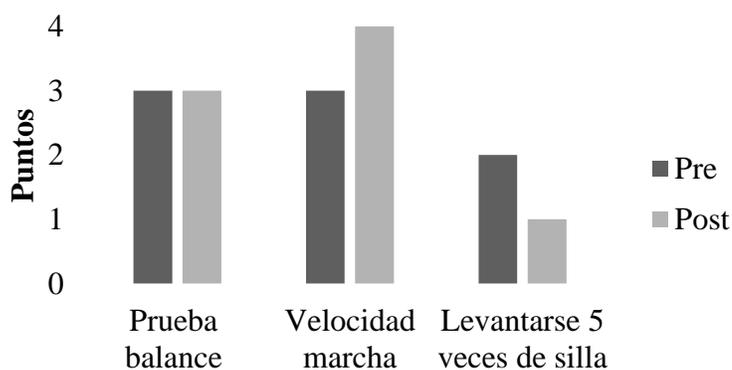
	Pre	Post
Marcha	1	1
Postura	2	0
Sentado	0	1
Alteración del habla	3	3
Persecución de dedos	0	1
Test dedo-nariz	1	1
Movimientos rápidos de manos alternas	1	1
Deslizamiento talón-espinilla	1	1
Total	9	9

Batería Corta de Desempeño Físico (SPPB)

En las variables evaluadas para esta batería, se obtuvieron resultados distintos en cada una de ellas. En la sección de la velocidad de la marcha hubo un aumento en la muestra final y fuerza en miembros inferiores a través de levantarse 5 veces de una silla hubo una disminución de puntos en la muestra final (Figura 13).

Figura 13.

Resultados de las variables de balance, velocidad de la marcha y levantarse 5 veces de una silla.



En el resultado final del SPPB, que toma en cuenta las tres variables, el sujeto de estudio se mantuvo en el límite para no ser considerado con un desempeño físico bajo, sumando un total de 8 puntos.

Fuerza

Biodex System 3

Dentro de la variable de fuerza, utilizando el instrumento de Biodex System 3 se realizaron evaluaciones a diferentes velocidades (60° , 180° y 300°) para evaluar miembros inferiores de forma individual (izquierda y derecha) en diferentes movimientos (flexión y extensión). A continuación, se presentan cada una de las secciones anteriormente mencionadas y sus diferencias entre Pre y Post, seis meses de intervención (Figuras 14 a 19).

Figura 14.

Resultados de fuerza isocinética en miembros inferiores a extensión en 60° .

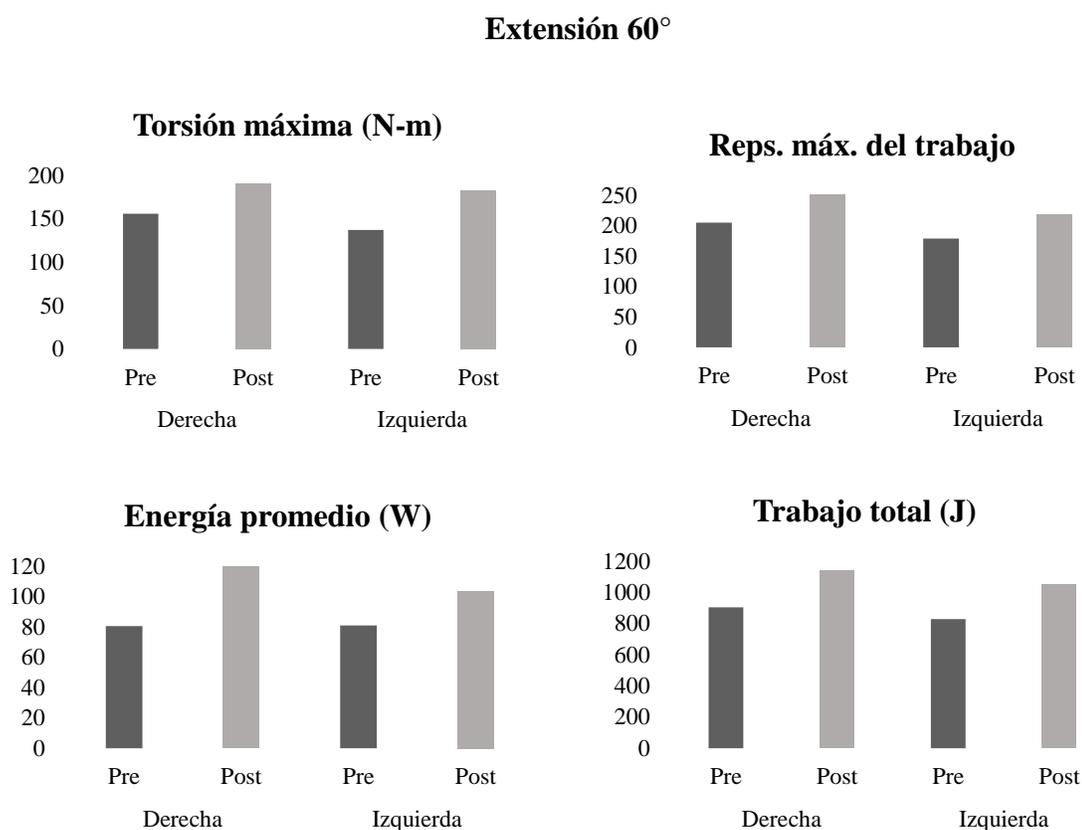
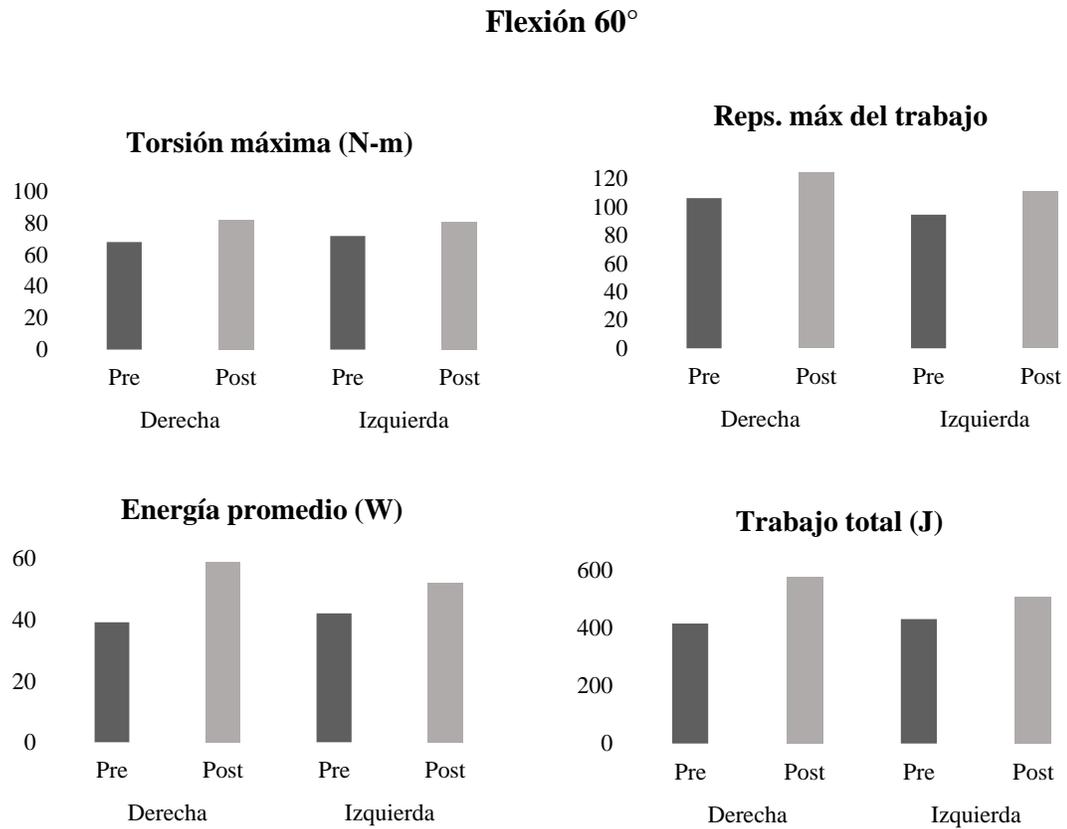
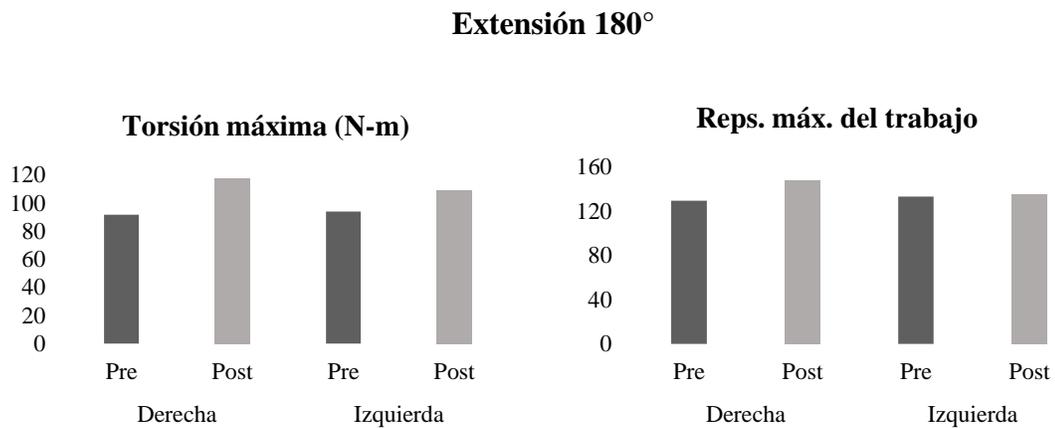


Figura 15.

Resultados de fuerza isocinética en miembros inferiores a flexión en 60°.

**Figura 16.**

Resultados de fuerza isocinética en miembros inferiores a extensión en 180°.



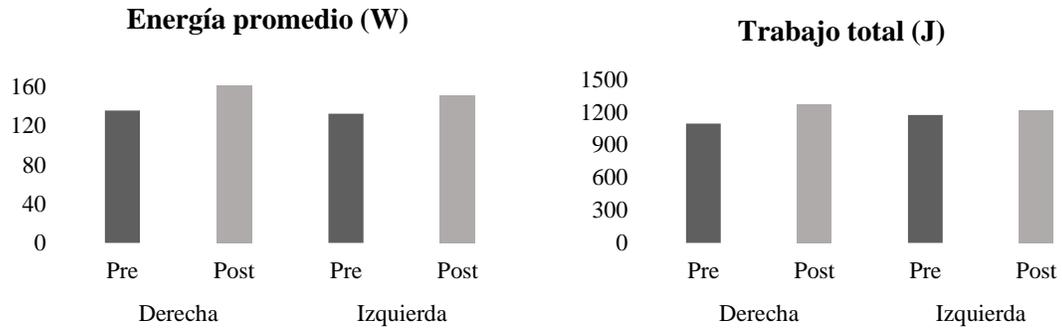


Figura 17.

Resultados de fuerza isocinética en miembros inferiores a flexión en 180°.

Flexión 180°

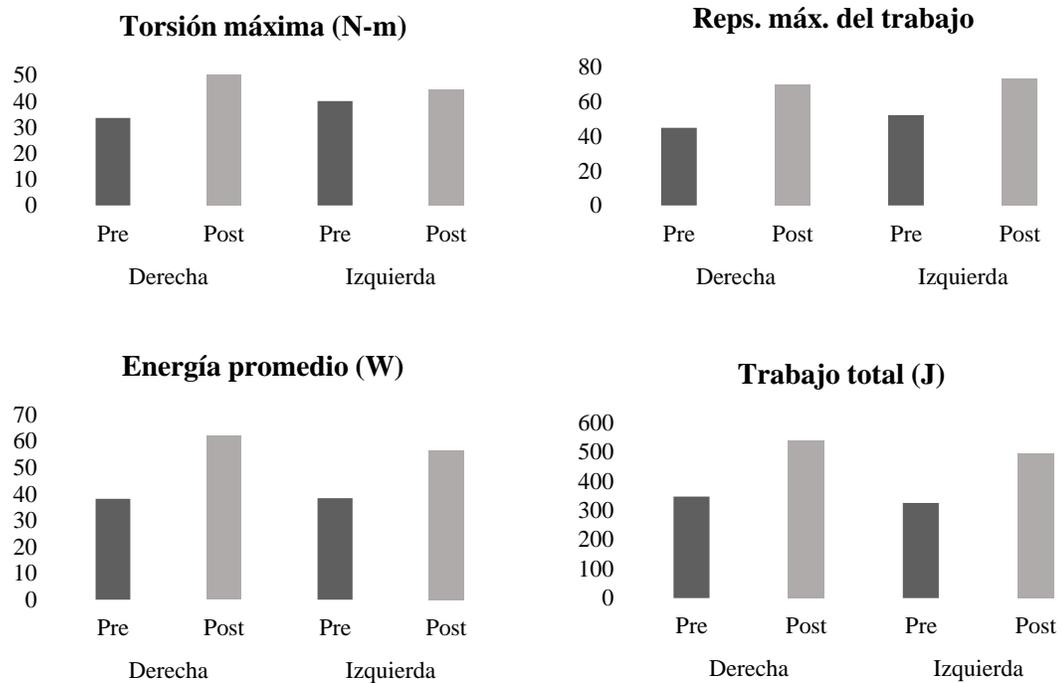
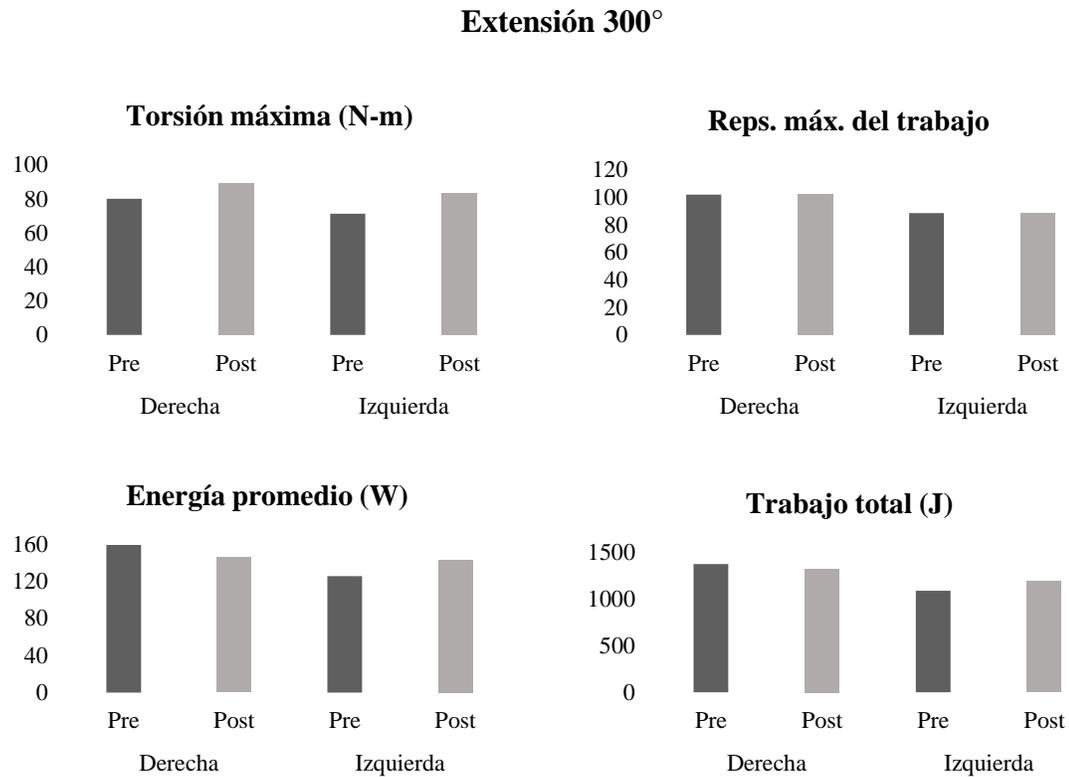
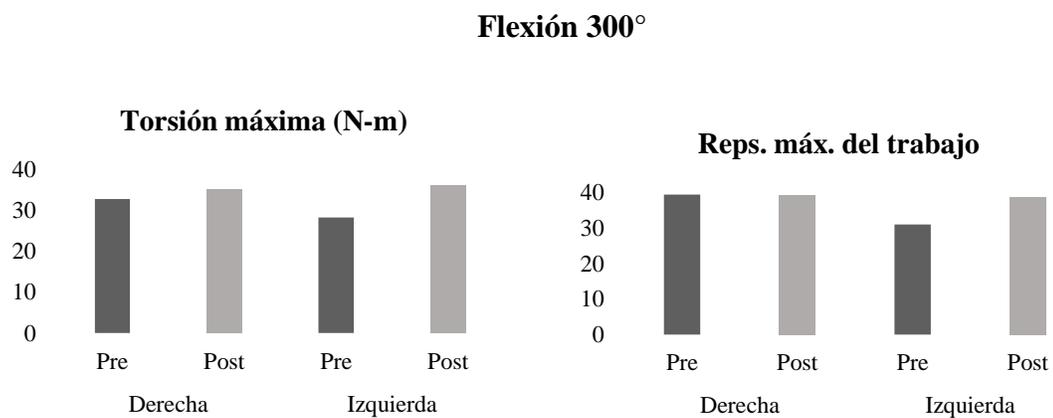


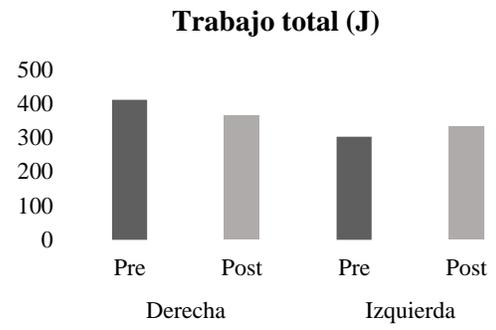
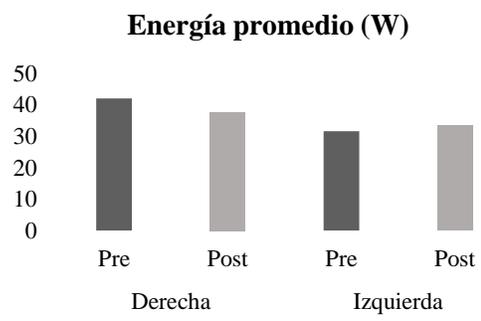
Figura 18.

Resultados de fuerza isocinética en miembros inferiores a extensión en 300°.

**Figura 19.**

Resultados de fuerza isocinética en miembros inferiores a flexión en 300°.



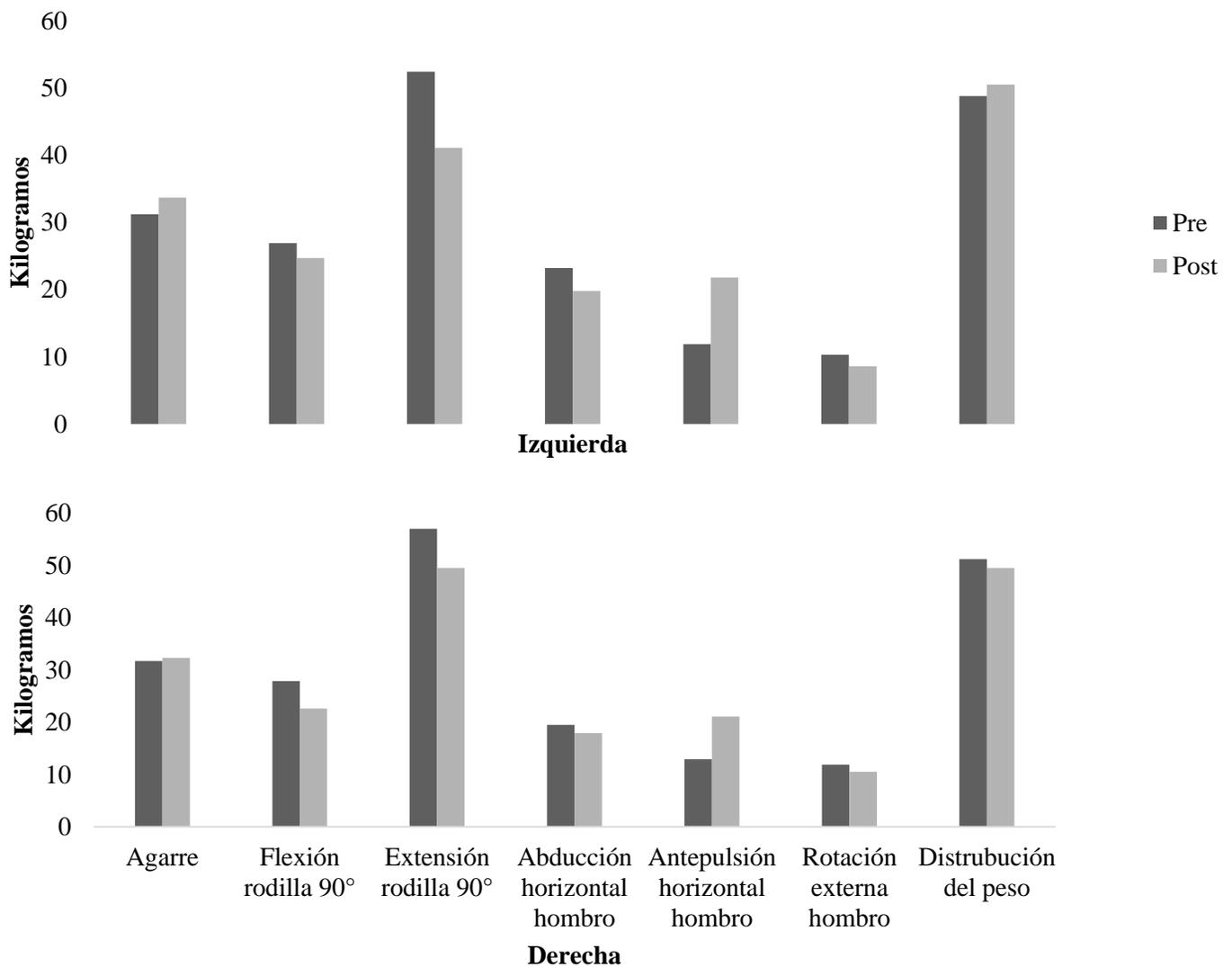


K-Force – K-Invent

Se muestran los resultados de las variables tras la aplicación de fuerza isométrica en miembros superiores e inferiores, mostrando las diferencias en la región izquierda y derecha del sujeto de estudio (Figura 20).

Figura 20.

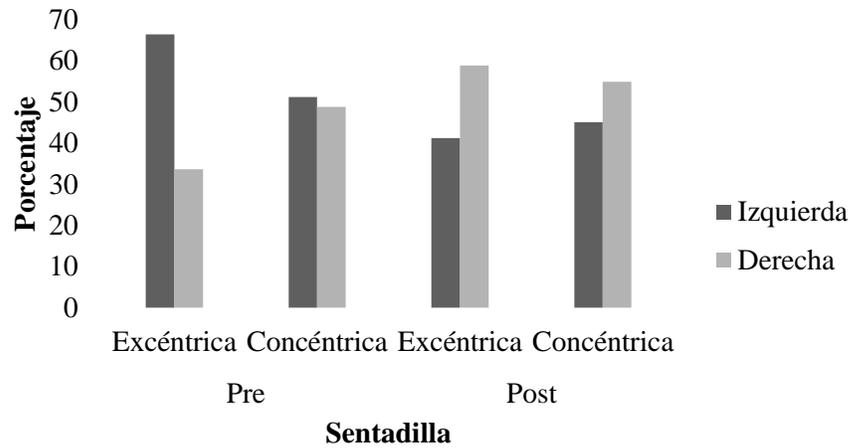
Resultados de fuerza isométrica en regiones izquierda y derecha.



En la evaluación de fuerza dinámica en miembros inferiores, se muestra en la tercera fase un mejor comportamiento en las fases excéntrica y concéntrica en la realización de una sentadilla (Figura 21).

Fura 21.

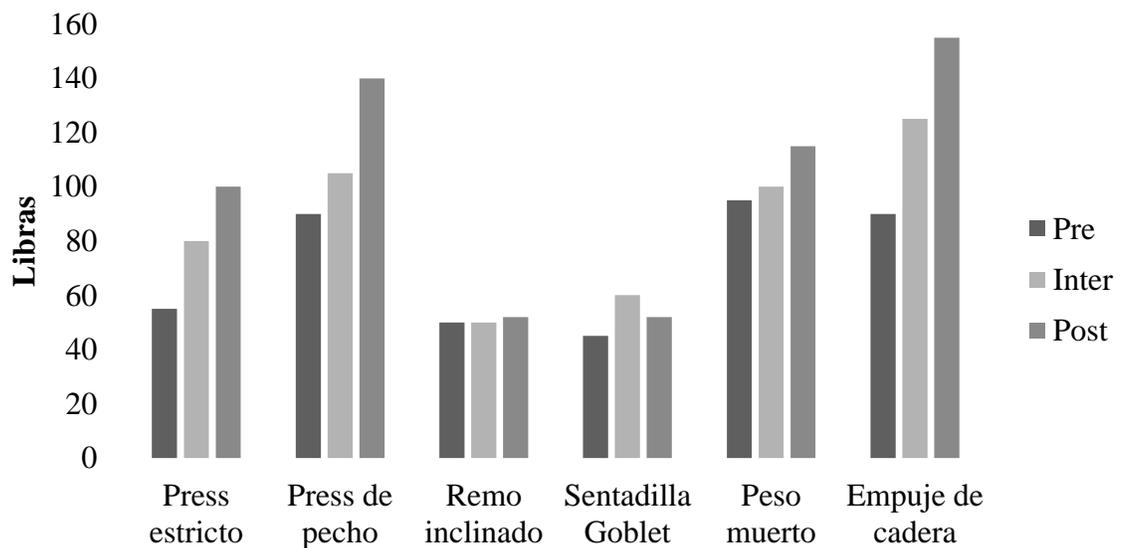
Comportamiento de fuerza en miembros inferiores en una sentadilla.

**10RM**

Tomando en cuenta los resultados obtenidos al final de la intervención, el sujeto de estudio tuvo un aumento significativo en la fuerza máxima en la mayoría de los ejercicios multiarticulares, en miembros inferiores y superiores (Figura 22).

Figura 22.

Resultados de fuerza máxima en ejercicios multiarticulares para miembros inferiores y superiores.



Capítulo IV. Discusiones

A continuación, se realizará un contraste de los resultados obtenidos en esta intervención con algunas publicaciones que realizaron protocolos similares a los nuestros.

Es importante hacer mención que, en general, de los resultados más importantes en el programa de intervención fue el cambio de composición corporal, principalmente el aumento de la masa muscular que fue nuestro objetivo general. En lo referente a la composición corporal, el tejido magro aumentó post intervención en todos los segmentos (brazos, piernas y troncos) en la evaluación realizada por el DXA, de igual manera se observó un aumento en la masa muscular evaluado con la TANITA. Estos resultados coinciden con lo reportado por Padilla et al. (2014) sobre los efectos del entrenamiento de fuerza en personas con sarcopenia, donde una dosificación del entrenamiento similar al de la presente intervención incide en el aumento de masa muscular y en la pérdida de masa grasa.

En la variable del nivel de actividad física evaluado por el IPAQ, el participante continuó el mismo nivel, logrando mantener un parámetro importante que se destaca en el análisis interpretativo de Cassidy et al. (2018) donde mencionó que la mayoría de las veces las personas con ataxia lo que más buscan es poder aumentar su nivel de actividad física y reducir su tiempo sedentario. Se considera conveniente resaltar que las actividades físicas moderadas tuvieron un aumento y las vigorosas disminuyeron, esto se debe a que al no generar la misma dificultad que al inicio, se modificó su percepción ante el esfuerzo hacia el final de la intervención.

Los resultados post intervención de la SARA muestran como el sujeto de estudio se mantuvo dentro de la misma cantidad de puntos totales (dependencia mínima), por lo que el programa logró que el sujeto no disminuyera su capacidad para realizar movimientos coordinativos, actividades motoras y marcha. Lo anterior contrario a lo que sucede en sujetos con ataxia conforme transcurre el tiempo, donde se ha reportado una disminución de estas capacidades (Instituto Mexicano de la Seguridad Social [IMSS], 2015; Villalva, 2015; Cassidy et al., 2018).

En una revisión sistemática, Buckley et al., (2018) reportaron que los pacientes atáxicos suelen tener una base amplia en la marcha, lo cual les provoca una velocidad reducida que puede dirigirse a un mayor riesgo de sufrir una caída. Al término de 6 meses de nuestra intervención, en la evaluación SPPB, se destaca que la variable de velocidad de la marcha tuvo una notable mejoría, disminuyendo el tiempo de desplazamiento en cuatro metros, tomando en cuenta que el sujeto no modificó su base amplia durante el recorrido de la marcha. Tanto en la SPPB como en la SARA, nos muestran como la prueba de balance/postura se mantuvo en los mismos parámetros de mantener la posición durante por los menos 10 segundos, lo cual es algo a favor post intervención y contrario a lo que reporta Villalva García, (2011) sobre la dificultad que sufren las personas con ataxia para mantenerse erguidos debido a la disminución del tono muscular. Mismo estudio destaca la presencia de disimetría, adiadococinesia y descomposición del movimiento, lo cual en la SARA podemos observar como el sujeto puede mantenerse en los mismos parámetros y nos disminuyeron post intervención.

Se siguieron las pautas de entrenamiento para personas con afectaciones similares, presentadas por Cadilla et al. (2022), Grazioli et al. (2019), Halabchi et al. (2017), Pareja et al. (2019) y Coburn & Malek (2016) para esclerosis múltiple, y las reportadas por Candow et al. (2015) y Padilla et al. (2014) para sarcopenia; lo anterior debido a que no existen antecedentes del entrenamiento de fuerza en personas con ataxia cerebelosa. Se realizaron tres sesiones de entrenamiento de fuerza a la semana, con una intensidad del 70 al 90% de la estimación del 1RM, realizando de tres a cinco series con seis a diez repeticiones, tomando un tiempo de descanso de dos a tres minutos y una duración total de entrenamiento de 55 a 60 minutos. Al igual que lo presentaron Cadilla et al. (2022), se realizó un aumento en la intensidad de la carga del 5% cada dos semanas.

En lo referente a la variable de fuerza en la estimación de 1RM, el sujeto de nuestro estudio aumentó sus niveles de fuerza en todos los ejercicios evaluados, observando que existió una adaptación positiva al entrenamiento de fuerza, esto en concordancia con lo reportado por Padilla et al. (2014), donde encontraron un aumento

en los niveles de fuerza para ejercicios como press de pierna, press de pecho y jalón al pecho en un sujeto con sarcopenia.

En la valoración de fuerza isocinética a través del Biodex System 3, se observaron aumentos en todas las velocidades angulares (60°, 180°, 300°) y en gran parte de las variables (torsión máxima, repeticiones máximas del trabajo, energía promedio y trabajo total), caso similar a la intervención realizada por Pareja et al. (2019) al realizar un entrenamiento de fuerza para personas con esclerosis múltiple, todos ellos en adultez media entre 40 y 50 años de entre 3 y 24 años de haber sido detectados con la enfermedad, en donde se evaluaron velocidades angulares de 180°, 240° y 300°, en pierna izquierda y derecha tanto flexión como extensión y tuvieron resultados positivos.

Se considera importante resaltar que el sujeto de estudio tuvo resultados variables en los valores de la velocidad angular 300°, considerando que existe una menor tensión por parte del Biodex, el número de repeticiones es más alto y el sujeto de estudio tiene una pérdida de control en este tipo de movimientos rápidos, lo que puede provocar que exista una pérdida de control en la ejecución y en la capacidad de ejercer fuerza a esta velocidad angular.

Utilizando el equipo de K-Force uno de los ejercicios en los cuales se observó una mejoría, es en la distribución del peso, debido a que en la evaluación pre intervención, el sujeto tuvo un mayor porcentaje de apoyo hacia su lado izquierdo, en comparación con la post intervención donde su distribución de peso es similar en ambos lados, diferenciados solo por 1%; lo cual coincide con lo mencionado por Villalva García (2011), donde una de las principales afectaciones en los pacientes con ataxia es el temblor, la cual en nuestro estudio se vio disminuido.

Limitaciones

Es importante mencionar que en el ejercicio de sentadilla no hubo un alto incremento de carga debido a que se modificó la distancia de recorrido. Lo anterior debido a que el sujeto no podía completar el recorrido de una sentadilla profunda, se realizó una variante para que fuerza capaz de realizarla con un menor recorrido. En la

evaluación Pre e Inter se evaluó hasta una altura de 44cm sobre el piso, mientras que en la fase Post intervención, a una altura de 34cm sobre el piso, lo que puede hacer referencia a una mejoría en el aumento de su rango de movimiento en el ejercicio sin perder el equilibrio.

Caso similar al anterior, en el ejercicio de remo inclinado se realizó sentado y con un par de mancuernas debido a que el sujeto de estudio no podía mantener la posición “común” del ejercicio que es de pie y con una pequeña inclinación del tronco hacia delante. Tomando en cuenta esta limitante, el paciente no pudo tener un peso muy elevando en este ejercicio.

En las valoraciones realizadas con el equipo de K-Force se observó una disminución de fuerza en gran parte de las variables. Al no contar con antecedentes publicados en la literatura donde se utilice este equipo, se podría considerar que la disminución fue debido a una causa externa como lo es la fuerza ejercida de parte del evaluador al sostener el controlador muscular, debido a que los ejercicios en los que se utilizó ese material fueron los que disminuyeron el porcentaje de fuerza ejercida, en comparación a los ejercicios de fuerza de agarre y distribución de peso en los cuales no hubo una fuerza externa y sí existió una mejoría.

Futuras líneas de investigación

Consideramos relevante que para aumentar los beneficios del programa podría agregarse una intervención de plan alimenticio buscando el mismo objetivo del aumento de la masa muscular, para poder tener un mejor control de ese aspecto, que de igual manera los sujetos de estudio puedan consumir alimentos que les brinden nutrientes para aumentar su desarrollo muscular y tener una mejor recuperación entre sesiones. También se considera importante tener un mayor número de muestra para poder comparar el efecto del entrenamiento con más personas que presenten ataxia cerebelosa.

Capítulo V. Conclusiones

El papel que juega el ejercicio físico es fundamental en el seguimiento de los pacientes con ataxia cerebelosa. Darle al cuerpo la oportunidad de mantenerse en movimiento, ayuda a retrasar las afectaciones presentadas por el padecimiento como lo es la disminución de la condición física, por el contrario, alarga su nivel de independencia al tener actividad física alto.

Fue de gran importancia realizar evaluaciones diagnosticas para conocer cuáles eran sus niveles de entrenamiento en cuanto al desempeño físico y fuerza, para posteriormente poder realizar un entrenamiento de fuerza adaptado a sus necesidades y objetivos.

La aplicación de un programa de entrenamiento de fuerza con las intensidades mencionadas, mostró resultados significativos en un sujeto con ataxia cerebelosa, logrando cumplir el objetivo principal de aumentar la masa muscular.

Para el segundo objetivo, el sujeto de estudio logró mantenerse dentro de los mismos parámetros del desempeño físico Pre y Post intervención, logrando un efecto positivo para su padecimiento al no tener un descenso en su nivel de actividad física.

Como último objetivo, el programa logró cumplir con el aumento de la fuerza en el sujeto, tanto en miembros inferiores como en superiores, mostrando un mayor aumento en aquellos ejercicios que tuvieran más control en la ejecución de su movimiento.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, A., Nieto, K., Gonzalez, A., Ovalle, L. F., Mora, J. A., & Tramontini, C. (2018). Anatomía del cerebelo en imágenes de TAC y resonancia magnética cerebral con correlación funcional. *Revista Médica Sanitas*, *21*(3), 135–140.
<https://doi.org/10.26852/01234250.19>
- Angulo, J., El Assar, M., Álvarez-Bustos, A., & Rodríguez-Mañas, L. (2020). Physical activity and exercise: Strategies to manage frailty. *Redox Biology*, *35*(March), 101513. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101513>
- Arresse, A. L. (2013). *Entrenamiento Deportivo*.
- Billot, M., Calvani, R., Urtamo, A., Sánchez-Sánchez, J. L., Ciccolari-Micaldi, C., Chang, M., Roller-Wirnsberger, R., Wirnsberger, G., Sinclair, A., Vaquero-Pinto, N., Jyväkorpi, S., Öhman, H., Strandberg, T., Schols, J. M. G. A., Schols, A. M. W. J., Smeets, N., Topinkova, E., Michalkova, H., Bonfigli, A. R., ... Freiburger, E. (2020). Preserving mobility in older adults with physical frailty and sarcopenia: Opportunities, challenges, and recommendations for physical activity interventions. *Clinical Interventions in Aging*, *15*, 1675–1690.
<https://doi.org/10.2147/CIA.S253535>
- Buckley, E., Mazzà, C., & McNeill, A. (2018). A systematic review of the gait characteristics associated with Cerebellar Ataxia. *Gait and Posture*, *60*(November 2017), 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.11.024>
- Cadilla Acevedo, T., González Gózález, Y., Alonso Calvete, A., & Da Cuña Carrera, I. (2022). Efectos del entrenamiento de fuerza en personas con Esclerosis Múltiple: revisión literaria. *Archivos de Neurociencias*, *27*(2), 31–38.
<https://doi.org/10.31157/an.v27i2.315>
- Candow, D. G., Vogt, E., Johannsmeyer, S., Forbes, S. C., & Farthing, J. P. (2015). Strategic creatine supplementation and resistance training in healthy older adults.

Applied Physiology, Nutrition and Metabolism, 40(7), 689–694.

<https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0498>

Cassidy, E., Naylor, S., & Reynolds, F. (2018). The meanings of physiotherapy and exercise for people living with progressive cerebellar ataxia: an interpretative phenomenological analysis. *Disability and Rehabilitation*, 40(8), 894–904.

<https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1277400>

Castro-Coronado, J., Yasima-Vásquez, G., Zapata-Lamana, R., Toloza-Ramírez, D., & Cigarroa, I. (2021). Characteristics of resistance training-based programs in older adults with sarcopenia: Scoping review. *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*, 56(5), 279–288. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2021.05.004>

Coradello, A. C. (2022). *Entrenamiento de la marcha con soporte parcial de peso en una paciente con Ataxia Cerebelosa. Un estudio de caso*. Universidad del Gran Rosario.

Costa, O., Alonso, D., Patrocinio, C., Candia, R., & Paz, J. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med Deporte*, 32(6), 387–394.

http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1_costa_moreira.pdf

De Silva, R. N., Vallortigara, J., Greenfield, J., Hunt, B., Giunti, P., & Hadjivassiliou, M. (2019). Diagnosis and management of progressive ataxia in adults. *Practical Neurology*, 19(3), 196–207. <https://doi.org/10.1136/practneurol-2018-002096>

Garcia-Martinez, R., Hernandez, E., Toledo, R., Hernandez, O. H., Hernandez, M. E., Garcia, L. I., Ortiz, S., & Manzo, J. (2010). Neurodegenerative diseases: The spinocerebellar ataxia type 7 in Mexico. *Centro de Investigaciones Cerebrales Universidad Veracruzana*, 1(981).

<https://www.uv.mx/eneurobiologia/en/vols/2013/8/GarciaM/HTML.html>

Gómez, J., Curcio, carmen-L., Alvarado, B., Zunzunegui, M. V., & Guralnik, J. (2013). Validity and reliability of the Short Physical Performance Battery (SPPB).

Colombia Medica (Cali, Colombia), 44, 165–171.

- Grazioli, E., Tranchita, E., Borriello, G., Cerulli, C., Minganti, C., & Parisi, A. (2019). The Effects of Concurrent Resistance and Aerobic Exercise Training on Functional Status in Patients with Multiple Sclerosis. *Current Sports Medicine Reports*, 18(12), 452–457. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000661>
- Grutter Lopes, K., Alexandre Bottino, D., Farinatti, P., Coelho De Souza, M. das G., Alves Maranhão, P., De Araujo, C. M. S., Bouskela, E., Alves Lourenço, R., & De Oliveira, R. B. (2019). Strength training with blood flow restriction – a novel therapeutic approach for older adults with sarcopenia? A case report. *Clinical Interventions in Aging*, 14, 1461–1469. <https://doi.org/10.2147/CIA.S206522>
- Guenther, G., Lagunes, L. L. F., Alaniz, P. Z., Woehrlen, M. C. B., de Montellano, D. J. D. O., Zapata, C. M. C., García, M. Á. R., Garay, C. M., Carrillo-Sánchez, K., Olivares, M. J., Rivas, A. M., Torres, B. E. V., Saldaña, D. G., Latorre, E. A. G., & Verson, C. A. (2022). First report of spastic ataxia of Charlevoix-Saguenay cases in Mexico. Novel SACS gene mutations identified. *Neurology Perspectives*, 2(4), 214–223. <https://doi.org/10.1016/j.neurop.2022.07.002>
- Halabchi, F., Alizadeh, Z., Sahraian, M. A., & Abolhasani, M. (2017). Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurology*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12883-017-0960-9>
- Instituto Mexicano de la Seguridad Social. (2015). *Abordaje diagnóstico de la ataxia cerebelosa adquirida aguda*. 1–7.
- Ketelhut, S., & Ketelhut, R. G. (2020). Type of Exercise Training and Training Methods. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1228, 25–43. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_2
- Khemani, P. (2013). Overview of Adult Onset. *Practical Neurology*, April, 38–40.

- López-Chicharro, J., & Fernández-Vaquero, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio* (3era Edici). Médica Panamericana.
- Macchi, M., & Rufenacht, A. (2021). *Esclerosis múltiple: efectos del ejercicio físico sobre la condición física y la función cognitiva*. Universidad del Gran Rosario.
- Mantilla Toloza, S. C., & Gómez-Conesa, A. (2007). El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 10(1), 48–52. [https://doi.org/10.1016/S1138-6045\(07\)73665-1](https://doi.org/10.1016/S1138-6045(07)73665-1)
- Muñoz-Ortiz, J., Juan, ;, Terreros-Dorado, P., León, ;, Facio-Lince, A., Camacho, N., Moreno, F., & De-La-Torre, A. (2019). Fenómenos vasculares retinianos en esclerosis múltiple. Reporte de caso y revisión narrativa de la literatura. *Sociedad Cclombiana de Oftalmología*, 52(1), 31–42.
- Padilla Colón, C. J., Collado, P. S., & Cuevas, M. J. (2014). Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutricion Hospitalaria*, 29(5), 979–988. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.5.7313>
- Pareja, M. T., Palomino, D. P., García, J. V., Santos, D. J., García, P. E., & Laiz, N. M. (2019). Evaluation of resistance training program patients with multiple sclerosis. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 14(42), 265–275. <https://doi.org/10.12800/ccd.v14i42.1340>
- Perea Caballero, A. (2019). Importancia de la actividad física. *Revista Médico-Científica de La Secretaría de Salud Jalisco*, 2, 121–125.
- Pérez Robledo, F. (2018). *Eficacia de un programa de ejercicios de control postural sobre el equilibrio y el riesgo de caídas en adultos mayores sedentarios* [Universidad de Salamanca]. <http://hdl.handle.net/10366/140334>
- Pilotto, F., & Saxena, S. (2018). Epidemiology of inherited cerebellar ataxias and challenges in clinical research. *Clinical and Translational Neuroscience*, 2(2),

2514183X1878525. <https://doi.org/10.1177/2514183x18785258>

- Rasmussen, A., Gómez, M., Alonso, E., & Bidichandani, S. I. (2006). Clinical heterogeneity of recessive ataxia in the Mexican population. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 77(12), 1370–1372.
<https://doi.org/10.1136/jnnp.2006.090449>
- Rodríguez Hernández, A., Alfonso Girón, M., & Sentmanat Belisón, A. (2020). Ejercicios para mejorar la motricidad en pacientes con ataxia. *Revista Cubana de Medicina Del Deporte y La Cultura Física.*, 16(3), 1–10.
- Ruano, L., Melo, C., Silva, M. C., & Coutinho, P. (2014). The global epidemiology of hereditary ataxia and spastic paraplegia: A systematic review of prevalence studies. *Neuroepidemiology*, 42(3), 174–183. <https://doi.org/10.1159/000358801>
- Serna, G., & Varhas, O. (2015). Efectos de un programa de entrenamiento de equilibrio y coordinación para el fortalecimiento de la marcha en persona con ataxia cerebelosa bilateral. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*. Unidad Central Del Valle Del Cauca.
- Sheng Han Kuo, M. (2019). Ataxia. *Physiology & Behavior*, 176(12), 139–148.
<https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000753>.Ataxia
- Stanley, W. J., Kelly, C. K. L., Tung, C. C., Lok, T. W., Ringo, T. M. K., Ho, Y. K., & Cheung, R. (2020). Cost of Cerebellar Ataxia in Hong Kong: A Retrospective Cost-of-Illness Analysis. *Frontiers in Neurology*, 11(July), 1–10.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00711>
- Suárez, P. F., Avella Chaparro, R. E., & Medellín Ruiz, J. P. (2013). Comparación de las fórmulas indirectas y el método de Kraemer y Fry para la determinación de la fuerza dinámica máxima en press banco plano. *EFDeportes*, 176(2), 1–7.
<https://www.efdeportes.com/efd176/la-fuerza-dinamica-maxima-en-press-banco-plano.htm>

- Tran, H., Nguyen, K. D., Pathirana, P. N., Horne, M. K., Power, L., & Szmulewicz, D. J. (2020). A comprehensive scheme for the objective upper body assessments of subjects with cerebellar ataxia. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *17*(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00790-3>
- Úriz Suescan, C. (2022). *Marcha atáxica y ejercicio terapéutico: revisión bibliográfica y propuesta de investigación*. Universidad Publica de Navarra.
- Vega Armand, M., & Sentmanat Belisón, A. (2018). Batería de ejercicios para mejorar las capacidades coordinativas en las extremidades superiores de pacientes con ataxia como secuela de accidente cerebro vascular o esclerosis múltiple. *Revista de La Facultad de Cultura Física de La Universidad de Granma.*, *15*(52), 1–14.
- Villalva García, A. (2011). Ataxia cerebelosa. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología)*, *9*(2), 144–155. <https://www.clinicadam.com/salud/5/001397.html>
- Wínser, S. J., Pang, M., Tsang, W. W. N., & Whitney, S. L. (2022). Tai Chi for Dynamic Balance Training Among Individuals with Cerebellar Ataxia: An Assessor-Blinded Randomized-Controlled Trial. *Journal of Integrative and Complementary Medicine*, *28*(2), 146–157. <https://doi.org/10.1089/jicm.2021.0222>

Anexos

Anexo A – Evaluación de Prácticas I



UANL

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE LA PRÁCTICA

I. Datos del alumno:

Matrícula:	1669122
Nombre del Alumno:	Vivian Nailee Morales Mata
Programa educativo:	Maestría en Actividad Física y Deporte
Orientación:	Promoción de la Salud
Fecha del período de prácticas	Del 1 de Febrero al 7 de Mayo

II. Datos de la Empresa:

Empresa/Institución:	Valhalla Valley
Departamento/Área:	Entrenamiento Funcional

III. Evaluación:

Criterio	Excelente (100)	Bueno (90-99)	Regular (80-89)	Malo (Menos de 80)
Asistencia	X			
Conducta	X			
Puntualidad	X			
Iniciativa	X			
Colaboración	X			
Comunicación	X			
Habilidad	X			
Resultados	X			
Conocimiento profesional de su carrera		X		



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



UANL

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

- IV. Favor de indicar el desempeño del practicante actual en relación al perfil y actividades indicadas por usted a inicio de semestre y/o indicado en el formato de "Perfil de los estudiantes de prácticas".

El desempeño de la practicante Vivian fue profesional y sobresaliente, recibio de manera positiva todas las areas de oportunidad que se le señalaban, su desempeño fue mejorando dia con dia en especial la manera de desenvolverse en el manejo de grupo y en la comunicacion clara y eficaz a la hora de explicar o corregir las rutinas del dia.
el punto a mejorar es el desarrollo de su ojo clinico, osea la manera de evaluar rapido la ejecucion de los movimientos... no nos genero ningun problema porque consideramos que ira mejorando entre mas experiencia vaya tomando.

Omar Israel Arellano Silva

Nombre y firma del Tutor
responsable de la práctica

CEO y Head Coach

Puesto del Tutor responsable
de la práctica

Sello de la institución/dependencia



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Anexo B – Evaluación de prácticas II



UANL

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE LA PRÁCTICA

I. Datos del alumno:

Matrícula:	1669122
Nombre del Alumno:	Vivian Nailec Morales Mata
Programa educativo:	MAFyD
Orientación:	Promoción de la Salud
Fecha del periodo de prácticas	22 de Agosto - 12 de Noviembre

II. Datos de la Empresa:

Empresa/Institución:	Valhalla Valley Cross-training
Departamento/Área:	Coaching y programación de entrenamiento

III. Evaluación:

Criterio	Excelente (100)	Bueno (90-99)	Regular (80-89)	Malo (Menos de 80)
Asistencia	✓			
Conducta	✓			
Puntualidad	✓			
Iniciativa		✓		
Colaboración	✓			
Comunicación		✓		
Habilidad	✓			
Resultados		✓		
Conocimiento profesional de su carrera		✓		

IV. Comentarios:

Favor de indicar el desempeño del practicante actual en relación al perfil y actividades indicadas por usted a inicio de semestre y/o indicado en el formato de "Perfil de los estudiantes de prácticas".

El desempeño de Vivian Morales es excelente en el manejo de grupos y en la explicación de técnica y corrección de errores. En el área de iniciativa tiene buenas ideas,



UANL

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
ANEXOS EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

y nos gustará ver los resultados de los proyectos que
ah propuesto.

Osvaldo Israel Argueta Silos
Nombre y firma del Tutor
responsable de la práctica

CEO y Head Coach
Puesto del Tutor responsable
de la práctica

[Sello]
Sello de la institución dependencia

Anexo C – Aviso de privacidad

Aviso de privacidad

Con lo establecido en la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, _____ pone a su disposición el siguiente aviso de privacidad. A través de este documento se informa a los titulares de los datos, la información que de ellos se recabará y los fines que se le darán a dicha información.

_____ hace de su conocimiento que la información de brindada es tratada de forma estrictamente confidencial por lo que, al proporcionar sus datos personales, tales como: nombre completo, edad, entidad, ocupación, teléfono celular y correo electrónico, serán utilizados única y exclusivamente con la finalidad de contar con un historial de salud que nos brinde datos relevantes sobre usted con referencia a sus capacidades físicas, si tiene alguna limitante o padecimiento que sea indispensable de nuestro conocimiento para cuidar de su integridad física. Así como también, el registro de algún contacto de emergencia o seguro médico que sea de nuestra utilidad contar con acceso en caso de algún incidente. Todos lo anterior con el fin de brindarle servicio de calidad.

Por otra parte, informamos que sus datos personales no serán compartidos con ninguna autoridad, empresa, organización o persona distinta a nosotros y serán utilizados exclusivamente para los fines señalados.

Usted tiene derecho a conocer en todo momento los datos personales que se recabaron de usted, para que son utilizados y las condiciones del uso que le damos (Acceso). Asimismo, es su derecho solicitar la corrección de su información personal en caso de ser necesario (Rectificación); de igual manera, tiene derecho a que su información se elimine de nuestros registros (Cancelación) o, así como también a oponerse al uso de sus datos personales para fines específicos (Oposición). Lo anteriormente conocido como derechos ARCO.

Anexo D – Consentimiento informado

Consentimiento informado

Al día (DD/MM/AAAA) _____ en (Municipio, Estado) _____, emitido por (nombre del trabajo de investigación) _____ en base a la NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012 del expediente clínico, en el Apéndice A, Sección D17. Yo (nombre del sujeto de estudio) _____ brindo mis datos de manera voluntaria con el fin de ser recabados para el desarrollo del proyecto de investigación. De igual manera hago constar que se me entregó un documento sobre el aviso de privacidad a manera de hacer constar que toda la información aquí brindada será utilizada para fines internos y de forma confidencial.

Todos mis datos brindados para el proceso de valoración serán verídicos sin ocultar alguna información que pueda ser relevante en cuanto a los datos solicitados, ya que soy consciente de los riesgos físicos que podría implicar en caso de no mencionarlo.

Fui informado de las pruebas de evaluación que se realizarán a mi persona y comprendí que son protocolo importante previo a la intervención de entrenamiento ya que brindaré datos relevantes acerca de cómo se encuentra mi desempeño físico actualmente.

Al ser una intervención de esfuerzo físico, soy consciente de los posibles riesgos que podría presentar durante el entrenamiento, como mareos, náuseas, vomito, sudoración, pérdida de agudeza visual, entre otros y libero de toda responsabilidad a la institución. Soy consciente de que el personal presente está capacitado para brindarme primeros auxilios ante un percance, pero en caso de ser necesario, permito que se llame al contacto de emergencia brindado* y ser dirigido a mi seguro médico* (*visibles en la hoja de historial de salud). En caso de no contar con seguro médico, deslindo a la institución de cubrir los gastos emitidos al ser dirigido a un servicio médico particular.

Por otra parte, conozco los beneficios que tendré al momento de estar realizando el proyecto de investigación en base a mis objetivos establecidos en el mismo, siempre y cuando se sigan las indicaciones brindadas por los evaluadores en todo momento.

Fue de mi conocimiento que el tipo de entrenamiento será mayormente enfocado a la fuerza, e incluirá algunas sesiones de entrenamiento aeróbico, equilibrio y flexibilidad. Los materiales a utilizar incluirán mancuernas, ligas de resistencia, fitball, pesas rusas bicicleta estática

Vivian Nailee Morales Mata (Ced. Prof. 12915464)

Nombre completo y firma del entrenador

Nombre completo y firma

Anexo E – Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física vigorosa → *Pase a la pregunta 3*

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

_____ **días por semana**

Ninguna actividad física moderada → *Pase a la pregunta 5*

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

_____ **días por semana**

No caminó → *Pase a la pregunta 7*

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permaneció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.
Anexo F – Escala para la Calificación y Evaluación de la Ataxia (SARA)

Nombre: _____ Fecha : _____ Evaluador: _____

Escala para la Evaluación y Calificación de la Ataxia
Scale for the assessment and rating of ataxia (SARA)

<p>1 Marcha</p> <p>Se pide (1) que camine a una distancia segura paralela a una pared, incluyendo una media vuelta (girar para mirar hacia la dirección opuesta de la marcha) y (2) que camine en tándem (tocando con el talón los dedos del pie contrario) sin apoyo.</p> <p>0. Normal, sin dificultades para caminar, girar y caminar en tándem (hasta un paso en erróneo permitido)</p> <p>1. Dificultades leves, solo visibles al caminar 10 pasos consecutivos en tándem</p> <p>2. Claramente anormal, caminar en tándem >10 pasos no es posible</p> <p>3. Marcha tambaleante considerable, dificultades en la media vuelta, pero sin soporte</p> <p>4. Marcha tambaleante marcada, soporte intermitente de la pared requerido</p> <p>5. Marcha tambaleante severa, soporte permanente en un palo o soporte ligero por un brazo requerido</p> <p>6. Camina > 10 m solo con soporte fuerte (dos bastones o caminador o acompañante)</p> <p>7. Camina < 10 m solo con un soporte fuerte (dos bastones o caminador o acompañante)</p> <p>8. No puede caminar, incluso apoyado</p>	<p>2 Bipedestación</p> <p>Se pide que esté de pie (1) en posición natural, (2) con los pies juntos en paralelo y en tándem (ambos pies en una línea, sin espacio entre el talón y el dedo del pie). Sin zapatos y con los ojos están abiertos. Para cada condición, se permiten tres ensayos. El mejor ensayo es el que se califica.</p> <p>0. Normal, capaz de estar de pie en tándem durante > 10 s</p> <p>1. Capaz de estar de pie con los pies juntos sin balancearse, pero no en tándem durante > 10 s</p> <p>2. Capaz de estar de pie con los pies juntos durante > 10 s, pero solo con balanceo</p> <p>3. Capaz de estar de pie durante > 10 s sin apoyo en posición natural, pero no con los pies juntos</p> <p>4. Capaz de estar de pie durante >10 s en posición natural solo con soporte intermitente</p> <p>5. Capaz de estar de pie >10 s en posición natural solo con soporte constante de un brazo</p> <p>6. Incapaz de permanecer de pie durante >10 s incluso con el apoyo constante de un brazo</p>
Puntuación	Puntuación
<p>3) Sedestación</p> <p>Se pide que se siente en una cama de examen sin el apoyo de los pies, los ojos abiertos y los brazos extendidos hacia el frente.</p> <p>0 Normal, sin dificultades para sentarse >10 segundos</p> <p>1 Dificultades leves, balanceo intermitente</p> <p>2 Balanceo constante, pero capaz de sentarse > 10 s sin soporte</p> <p>3 Capaz de sentarse durante > 10 s solo con soporte intermitente</p> <p>4 Incapaz de sentarse durante >10 s sin soporte continuo</p>	<p>4) Alteración en el habla</p> <p>El habla se evalúa durante la conversación normal.</p> <p>0 Normal</p> <p>1 Sugerencia de alteración del habla</p> <p>2 Habla deteriorada, pero fácil de entender</p> <p>3 Palabras ocasionales difíciles de entender</p> <p>4 Muchas palabras difíciles de entender</p> <p>5 Solo palabras individuales comprensibles</p> <p>6 Habla ininteligible / anartria</p>
Puntuación	Puntuación

5) Persecución de los dedos <i>Clasificar por separado para cada lado</i> Sentado cómodamente. Si es necesario, se permite el apoyo de los pies y el tronco. El examinador se sienta frente y realiza 5 movimientos consecutivos repentinos y rápido en direcciones impredecibles en un plano frontal, aproximadamente al 50 % del alcance. Los movimientos tienen una amplitud de 30 cm y una frecuencia de 1 movimiento cada 2 s. Se le pide que siga los movimientos con su dedo índice, acercando el dedo al del examinador, lo más rápido y preciso posible. Se califica el rendimiento promedio de los últimos 3 movimientos.			6) Test nariz-dedo <i>Clasificar por separado para cada lado</i> Sentado cómodamente. Si es necesario, se permite el apoyo de los pies y el tronco. Se le pide que apunte repetidamente con su dedo índice desde su nariz hasta el dedo del examinador que está frente a aproximadamente el 90 % del alcance. Los movimientos se realizan a velocidad moderada. El rendimiento promedio de los movimientos se clasifica de acuerdo con la amplitud del temblor cinético.		
0 Sin dismetría (lleva su dedo al objetivo esperado) 1 Dismetría, lleva el dedo al objetivo inferior / excesivo <5 cm 2 Dismetría, lleva el dedo al objetivo inferior / excesivo <15 cm 3 Dismetría, lleva el dedo al objetivo inferior / excesivo >15 cm 4 No se pueden realizar 5 movimientos de puntería			0 Sin temblor 1 Temblor con una amplitud < 2 cm 2 Temblor con una amplitud < 5 cm 3 Temblor con una amplitud > 5 cm 4 Incapaz de realizar 5 movimientos		
Puntuación	Derecha	Izquierda	Puntuación	Derecha	Izquierda
Media de ambos lados (D+I)/2			Media de ambos lados (D+I)/2		
7) Movimientos de las manos alternos rápidos <i>Clasificar por separado para cada lado</i> Sentado cómodamente. Si es necesario, se permite el apoyo de los pies y el tronco. Se le pide que realice 10 ciclos de alternancia repetitiva de pro- y supinaciones de la mano en su muslo tan rápido y tan preciso como sea posible. El movimiento es demostrado por el examinador a una velocidad de aproximadamente 10 ciclos dentro de 7 s. Se deben tomar los tiempos exactos para la ejecución del movimiento.			8) Deslizar el talón por la espinilla <i>Clasificar por separado para cada lado</i> Tumbado boca arriba sin ver sus piernas. Se le pide que levante una pierna, apunte con el talón a la rodilla opuesta, se deslice hacia abajo a lo largo de la espinilla hasta el tobillo y coloque la pierna hacia atrás. La tarea se realiza 3 veces. Los movimientos de deslizamiento hacia abajo deben realizarse dentro de 1 segundo. Si la se desliza hacia abajo sin contacto con la espinilla en los tres ensayos, anotar 4.		
0 Normal, sin irregularities (realiza <10s) 1 Ligeramente irregular (realiza <10s) 2 Claramente irregular, movimientos individuales difíciles de distinguir o interrupciones relevantes, pero realiza <10s 3 Muy irregular, movimientos individuales difíciles de distinguir o interrupciones relevantes, realiza >10s 4 Incapaz de completar 10 ciclos			0 Normal 1 Ligeramente anormal, contacto con la espinilla mantenida 2 Claramente anormal, se separa de la espinilla hasta 3 veces durante 3 ciclos 3 Severamente anormal, se separa de la espinilla 4 o más veces durante 3 ciclos 4 Incapaz de realizar la tarea		
Puntuación	Derecha	Izquierda	Puntuación	Derecha	Izquierda
Media de ambos lados (D+I)/2			Media de ambos lados (D+I)/2		

Anexo G – Batería Corta de Desempeño Físico (SPPB)



Batería corta de desempeño físico (SPPB)

1. Prueba de balance		
	A. Pararse con los pies uno al lado del otro ¿Mantuvo la posición al menos por 10 segundos? Si el participante no logró completarlo, finaliza la prueba de balance.	Si <input type="checkbox"/> (1 punto) No <input type="checkbox"/> (0 punto) Se rehúsa <input type="checkbox"/>
	B. Pararse en posición semi-tándem ¿Mantuvo la posición al menos por 10 segundos? Si el participante no logró completarlo, finaliza la prueba de balance.	Si <input type="checkbox"/> (1 punto) No <input type="checkbox"/> (0 puntos) Se rehúsa <input type="checkbox"/>
	C. Pararse en posición tándem ¿Mantuvo la posición al menos por 10 segundos? Tiempo en seg _____ (máx. 15)	Si <input type="checkbox"/> (2 punto) Si <input type="checkbox"/> (1 punto) No <input type="checkbox"/> (0 punto) Se rehúsa <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 0= <3.0 seg o no lo intenta. <input type="checkbox"/> 1= 3.0 a 9.99 seg. <input type="checkbox"/> 2= 10 a 15 seg.		
SUBTOTAL		Puntos: /4
2. Velocidad de marcha (recorrido de 4 metros)		
	A. Primera medición Tiempo requerido para recorrer la distancia Si el participante no logró completarlo, finaliza la prueba.	Seg: <input type="checkbox"/> Se rehúsa <input type="checkbox"/>
	B. Segunda medición Tiempo requerido para recorrer la distancia Si el participante no logró completarlo, finaliza la prueba.	Seg: <input type="checkbox"/> Se rehúsa <input type="checkbox"/>
Calificación de la medición menor.		
<input type="checkbox"/> 1= >8.70 seg. <input type="checkbox"/> 2= 6.21 a 8.70 seg. <input type="checkbox"/> 3= 4.82 a 6.20 seg. <input type="checkbox"/> 4= <4.82 seg.		
SUBTOTAL		Puntos: /4
3. Prueba de levantarse cinco veces de una silla		
	A. Prueba previa (no se califica, sólo para decidir si pasa a B) ¿El paciente se levanta sin apoyarse en los brazos? Si el participante no logró completarlo, finaliza la prueba.	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Se rehúsa <input type="checkbox"/>
	B. Prueba repetida de levantarse de una silla Tiempo requerido para levantarse cinco veces de una silla	Seg: <input type="checkbox"/> Se rehúsa <input type="checkbox"/>
Calificación de la actividad.		
0= Incapaz de realizar cinco repeticiones o tarda > 60 seg 1= 16.7 a 60 seg. 2= 13.7 a 16.69 seg. 3= 11.2 a 13.69 seg 4= < o igual 11.19 seg		
SUBTOTAL		Puntos: /4
TOTAL BATERÍA CORTA DE DESEMPEÑO FÍSICO (1+2+3)/12		Puntos: /12

Izquierdo, M., Casas-Herrero, A., Zamboni-Ferrassini, F., Martínez-Velilla, N., & Alonso-Bouzon, C. Guía práctica para la prescripción de un programa de entrenamiento físico: un componente para la prevención de la fragilidad y caídas en mayores de 70 años [Internet]. Vivirait. España: Vivirait; 2017 [cited 2018 May 31].
 Modificado de: Guratnik, J. M., Simonack, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., ... Wallace, R. B. (1994). A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *Journal of Gerontology*, 49(2), M85-M89. <https://doi.org/10.1093/geronj/49.2.M85>

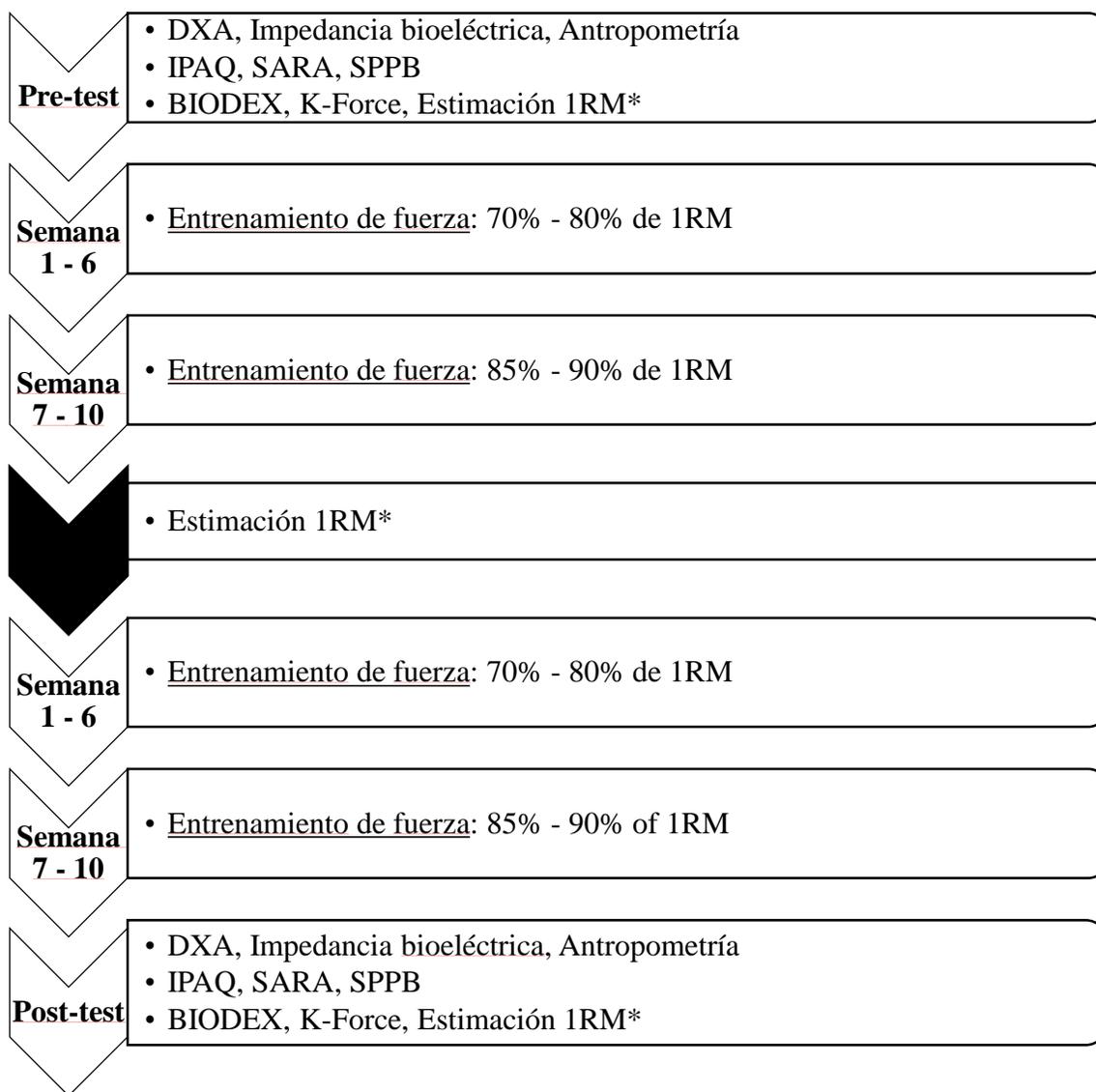


Este material está registrado bajo licencia *Creative Commons International*, con permiso para reproducirlo, publicarlo, descargarlo y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriátría.



Fuente: Instituto Nacional de Geriátría (2014).

Anexo H – Protocolo seis meses de intervención



Anexo I – Ejemplo semana de entrenamiento

Semana 1

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Fuerza	Aeróbico	Fuerza	Desempeño físico	Fuerza
<u>Miembros inferiores</u> Ejercicio principal* + ejercicios complementarios**	Bicicleta estática	<u>Miembros superiores</u> Ejercicio principal* + ejercicios complementarios**	Ejercicios de movilidad y coordinación	<u>Miembros inferiores</u> Ejercicio principal* + ejercicios complementarios**
50 – 60min	45 – 50min	50 – 60min	40 – 45min	50 – 60min

Semana 2

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Fuerza	Aeróbico	Fuerza	Desempeño físico	Fuerza
<u>Miembros superiores</u> Ejercicio principal* + ejercicios complementarios**	Bicicleta estática	<u>Miembros inferiores</u> Ejercicio principal* + ejercicios complementarios**	Ejercicios de movilidad y coordinación	<u>Miembros superiores</u> Ejercicio principal* + ejercicios complementarios**
50 – 60min	45 – 50min	50 – 60min	40 – 45min	50 – 60min

Anexo J - Ejercicios realizados para el protocolo

- *Miembros superiores
 - Press estricto
 - Press de pecho
 - Remo inclinado
- *Miembros inferiores
 - Sentadilla goblet
 - Peso muerto
 - Empuje de cadera

- **Miembros superiores
 - Curl de bíceps
 - Fondos
 - Extensión de tríceps
 - Elevación escapular
 - Jalones en anillos
 - Elevación lateral de hombro
- **Miembros inferiores
 - Desplantes con apoyo
 - Extensión de cuádriceps
 - Patadas de glúteo con liga de resistencia
 - Puente de glúteo
 - Curl de isquiotibiales
 - Elevación de pantorrilla
- **Core
 - Plancha
 - Abdominales

Aeróbico
Intensidad
moderada-vigorosa
65-80% de FCmáx.

Desempeño físico
2 – 3 series
15 – 20 ejercicios
10 – 30 segundos en
cada ejercicio

Resumen Autobiográfico

Nombre de la alumna: Vivian Nailee Morales Mata

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte

Con Orientación en Promoción de la Salud

Tesina: “Entrenamiento de fuerza para incrementar masa muscular en persona con ataxia cerebelosa. Estudio de caso”

Campo temático: Ciencias sociales - Primer nivel de atención para promoción de la salud en adultez media con patología.

Lugar y fecha de nacimiento: Monterrey, NL., a 7 de septiembre de 1998

Lugar de residencia: Guadalupe, NL.

Educación profesional: Universidad Autónoma De Nuevo León, Facultad De Organización Deportiva, Lic. En Ciencias del Ejercicio.

Experiencia Profesional: Prescripción y aplicación de entrenamientos en modalidad grupal. Prescripción y aplicación de entrenamientos personalizados en poblaciones especiales (adultos mayores, neurodegenerativa, cardiopatía y discapacidad motriz)

E-mail: vivianmoralesm7@gmail.com