

PROPUESTA TEÓRICA DE ENTRENAMIENTO EN PERSONAS CON COREA DE HUNTINGTON

TRABAJO FINAL DE GRADO

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Curso académico 2025 - 2026

Alumno: Óscar Maciá Maestre

Tutor académico: Francisco David Barbado Murillo

ÍNDICE

PÁG.

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Beneficios del ejercicio físico en los síntomas de la EH.....	2
TABLA 1. Características de los estudios de ejercicio físico llevados a cabo en personas con Corea de Huntington incluidos en la revisión de Muller et al. (2019).....	3
1.2 Intervenciones de entrenamiento combinado para mejorar los síntomas motores en la enfermedad de Huntington.....	5
1.3 Objetivo e hipótesis del trabajo final de grado.....	6
2. METODOLOGÍA.....	7
2.1 Participantes.....	7
2.2 Outcomes:.....	7
2.3 Tests de evaluación pre-entrenamiento.....	8
2.4 Diseño de la intervención.....	8
2.5 Procedimiento y cronograma de la intervención.....	9
2.6 Medidas de seguridad durante la ejecución de los ejercicios.....	9
2.7 Hipótesis para el post-entrenamiento.....	10
3. BIBLIOGRAFÍA.....	11
ANEXO I.....	18



1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Huntington (EH) , también conocida como Corea de Huntington, es una enfermedad neurodegenerativa causada por una mutación en el gen huntingtina (HTT) en el cromosoma número 4 (MacDonald et al., 1993). El defecto en el gen huntingtina (HTT) hace que una parte del ADN, la repetición Citosina Adenina Guanina (CAG), ocurra más veces de lo normal. En una persona sin la enfermedad la repetición de esta secuencia ocurre de 10 a 34 veces, pero en personas con la EH la repetición ocurre de 35 a 120 veces. (Losekoot et al., 2013). Este elevado número de repeticiones causa una acumulación de la proteína Huntingtina (HTT), la cual es tóxica para las neuronas, y por lo tanto provoca las señales y los síntomas de la enfermedad (MacDonald et al., 1993) que incluyen: problemas motores, problemas cognitivos y problemas psiquiátricos (DiFiglia et al., 1997).

Esta enfermedad pertenece al grupo de las enfermedades “raras” debido a su escasa prevalencia, de 5 a 10 personas cada 100.000 habitantes en poblaciones europeas. Tiene la característica de ser hereditaria de tipo autosómico dominante, esto significa que los hijos de las personas portadoras de la enfermedad tienen un 50% de posibilidades de heredarla, por lo que las personas con esta enfermedad tienden a agruparse en entornos familiares (Rawlins et al., 2016).

Para detectar la EH hay que pasar por varias fases: primero se realiza un examen neurológico mediante el uso de la escala UHDRS para valorar aspectos motores, cognitivos y psiquiátricos (Huntington Study Group, 1996), después se realiza una evaluación psiquiátrica para evaluar la salud mental del paciente (Epping et al., 2013), y por último, si se sospecha que el paciente tiene la EH, se realiza una prueba genética confirmatoria (MacDonald et al., 1993). En la prueba genética se le extrae sangre al paciente y se analiza el gen HTT en el cromosoma 4, es ahí cuando se cuenta el número de repeticiones en el gen para confirmar si el paciente tiene la enfermedad o no (Paulsen et al., 2008).

Según el número de repeticiones se diagnostica si el paciente tiene la enfermedad o no (Sequeiros et al., 2010):

- <28 repeticiones → no desarrolla la enfermedad.
- Entre 28 y 34 repeticiones → no desarrolla la enfermedad pero la siguiente generación está en riesgo.
- Entre 35-39 repeticiones → solo algunos desarrollarán la enfermedad, pero la siguiente generación está en riesgo.
- >39 repeticiones → desarrollará la enfermedad.

Los síntomas pueden aparecer en tres etapas diferentes de la vida. La más precoz es la Corea juvenil, la cual es poco común y los primeros síntomas aparecen antes de los 18 años. La más común de todas es la Corea en edad adulta, la cual aparece entre los 30 y los 50 años. Por último, la Corea senil es la más tardía. Los primeros síntomas aparecen después de los 55 años, es poco común al igual que la Corea juvenil (Myers et al., 2004).

Los síntomas relacionados con el movimiento se centran sobre todo en movimientos espasmódicos involuntarios (Corea) y problemas en los movimientos voluntarios. La enfermedad afecta a los ganglios basales, la cual es la región del cerebro encargada del control motor y del equilibrio, es por eso que existe una alteración en la marcha, la bradicinesia y el equilibrio, junto con otros síntomas relacionados con la motricidad de la persona afectada (Bates et al., 2015).

Los síntomas a nivel cognitivo se centran principalmente en la dificultad para organizarse o enfocarse en tareas, tendencia a comportamientos obsesivo-compulsivos, falta de control de los impulsos, lentitud para procesar pensamientos y dificultad para aprender información nueva (Barquero et al., 2001).

Los trastornos más comunes a nivel psiquiátrico son la depresión y la ansiedad. Existen otros tipos, como la baja autoestima, la cual se asocia con sentimientos de culpa y ansiedad en las personas con la enfermedad. Los pensamientos suicidas son relativamente frecuentes también en etapas tempranas de la enfermedad, sobre todo cuando comienzan los primeros síntomas (Epping et al., 2013).

1.1 Beneficios del ejercicio físico en los síntomas de la EH

Existe un número reducido de estudios centrados en realizar terapias motoras en pacientes con la enfermedad. Estos estudios tienen el objetivo de mejorar las capacidades de las personas con la EH pero sin llegar a ser puramente programas de ejercicio físico, la mayoría están enfocadas en mejorar el equilibrio, la marcha, la postura y la coordinación (Fritz et al., 2017). Todos presentaron algunas mejoras en los participantes de sus respectivos estudios, por ejemplo, Bohlen et al. (2013), realizó una terapia física con el objetivo de mejorar la marcha, el equilibrio y la postura en pacientes con la EH. Los resultados indicaron una mejora significativa en varios aspectos de la marcha, como la velocidad y la longitud de la zancada, en el equilibrio y en la capacidad de movilidad funcional.

También existen estudios basados en terapias ocupacionales con el objetivo de enlentecer el deterioro funcional y cognitivo en pacientes con la EH centrándose en la estimulación cognitiva y en las actividades de la vida diaria, como es el caso del estudio de Hernández et al., 2014. Tras la intervención se llegó a la conclusión de que el Índice de Barthel, para medir la autonomía de las personas en las AVD básicas, se mantuvo estable, por lo que la intervención frenó el deterioro funcional constante que provoca la enfermedad.

La mayoría de las intervenciones en pacientes con EH basadas en ejercicio físico siempre han estado enfocadas al entrenamiento de resistencia o entrenamiento combinado; sin embargo, hasta lo que sabe el autor de este TFG, no hay literatura sobre entrenamiento exclusivo de fuerza en personas con la enfermedad. Esto se debe a que las personas con la enfermedad responden mejor a programas aeróbicos o combinados, centrados en mejorar tanto aspectos aeróbicos como de fuerza. Entrenando la resistencia buscaremos mejoras relacionadas con la marcha o la movilidad y con el entrenamiento de fuerza buscaremos mejorar la fuerza funcional en miembros inferiores y superiores.

Según Mueller et al. (2019), se analizaron cuatro intervenciones de entrenamiento combinado y dos de resistencia en población con la EH en esta revisión.

Se observaron los efectos a nivel de equilibrio/estabilidad postural y caídas, cognición, función cardiovascular, composición corporal, función mitocondrial y por último, calidad de vida. En esta revisión se llegó a la conclusión de que el ejercicio físico parece ser seguro y factible para pacientes con EH. Además, el ejercicio físico tiene efectos beneficiosos en la función cardiovascular y mitocondrial. Los efectos del entrenamiento en la cognición, función motora y composición corporal son menos claros, pero en una visión global, la evidencia científica apoya un posible efecto positivo (Mueller et al., 2019). Sin embargo, las conclusiones de esta revisión están basadas en estudios a pequeña escala debido a que no hay una gran población de personas con la EH, por lo tanto, las conclusiones no pueden ser transferidas a la totalidad de los pacientes con la enfermedad.

TABLA 1. Características de los estudios de ejercicio físico llevados a cabo en personas con Corea de Huntington incluidos en la revisión de Muller et al. (2019).

			Resistencia			Fuerza		
	Duración	Frecuencia	Tipo	Duración	Intensidad	Tipo	Duración	Intensidad
Khalil et al. (2013)	8 sem.	3v/sem.	Caminar	30 min	Intensidad subjetiva suave	Circuito de fuerza y ejercicios de fuerza	-	Aumentar gradualmente el nº de reps y la dificultad
Busse et al. (2013)	12 sem.	1v/sem.	Cicloergómetro	20-30 min	55-75% FCmáx teórica	Leg press, leg extension, lat pulldown, hamstring curl, calf rises	40 min	2 x 8-12 reps 60-70% RM, progresivo
		2v/sem.	Caminar	10-30 min	3-4 escala de Borg			
Quinn et al. (2016)	12 sem.	3v/sem.	Cicloergómetro	más de 30 mins	65-85% FCmáx teórica	Chair stand, seated wood chops, plank by wall, chair lunge	10-15 min	2x10-15 reps, progresivo

Dawes et al. (2015)	12 sem.	1v/sem.	Cicloergómetro	20-30 min	55-75% FC teórica	Leg press, leg extension, lat pulldown, hamstring curl, calf rises	-	2 x 8-12 reps, progresivo
		2v/sem.	Caminar	10-30 min	Rápido pero con capacidad de hablar			
Frese et al. (2017)	26 sem.	3 v/sem.	Cicloergómetro y/o HIIT	30-50 min	65% VO2peak (CLT) 90-95% HRpeak / 70-85% VO2peak (HIIT)	-	-	-
Mueller et al. (2017)	26 sem.	3 v/sem.	Cicloergómetro y/o HIIT	30-50 min	65% VO2peak (CLT) 90-95% HRpeak / 70-85% VO2peak (HIIT)	-	-	-
Acrónimos: sem.: semana; v: veces								

Para comprender mejor los efectos del ejercicio físico sobre las variables antes mencionadas, lo ideal sería poder realizar intervenciones a largo plazo con una mayor cohorte de pacientes con la EH. Se recomienda también que las intervenciones estén acompañadas de evaluaciones frecuentes para detectar cualquier empeoramiento acelerado de los síntomas (Mueller et al., 2019).

En base a los beneficios de los distintos programas, parece interesante hacer un programa de ejercicio combinado con el objetivo de abarcar el mayor número de síntomas posibles en una población con la enfermedad de Huntington.

1.2 Intervenciones de entrenamiento combinado para mejorar los síntomas motores en la enfermedad de Huntington

Vistos los beneficios que el ejercicio físico aporta a las personas con la EH, parece razonable pensar que el entrenamiento combinado puede maximizar los beneficios en esta población. Hay algunas intervenciones con una duración superior a los 6 meses, pero a nosotros nos interesa fijarnos en estudios cuya duración esté en torno a los 3 meses (12 semanas). Por lo tanto, hasta la fecha se han llevado a cabo un total de 4 intervenciones realizadas con pacientes con EH de entrenamiento combinado y con una duración aproximada de 12 semanas. Una de ellas se basa en replicar íntegramente la intervención de Busse et al. (2013), por lo que esta la descartaremos. Finalmente, con las características que estamos buscando hay un total de 3 intervenciones que nos pueden ser de ayuda a la hora de planificar un programa de entrenamiento para personas con EH (8-12 semanas y entrenamiento combinado).

La **primera intervención** (Khalil et al., 2013) se basó en un plan de entrenamiento centrado en 2 grupos diferentes, el grupo intervención y el grupo control. El grupo control recibía los cuidados habituales y el grupo intervención debía de realizar ejercicios en casa 3 veces por semana durante 8 semanas utilizando un DVD donde aparecían los ejercicios que debían de realizar. Aparte del DVD con ejercicios de movilidad, equilibrio y fuerza de extremidades también trabajaban a nivel aeróbico con bajo impacto. En este trabajo no se registraron eventos adversos durante la intervención y las personas del grupo de intervención tuvieron mejoras en el test UHDRS en la parte motora, en la velocidad de marcha, en el Berg Balance Test, en el Chair Stand Test y en el Physical Performance Test. En el SF-36, para valorar la calidad de vida, se mantuvieron los valores.

La **segunda intervención** (Busse et al., 2013) tuvo una duración de 12 semanas y contaba con 2 grupos, el grupo control con los cuidados habituales y el grupo intervención. Este último grupo contaba con una sesión semanal, supervisada por especialistas, en la cual tenían que hacer entre 20 y 30 minutos de bicicleta estática y un entrenamiento de fuerza en el gym. El entrenamiento de fuerza estaba compuesto por los siguientes ejercicios: prensa, leg extension, jalón al pecho, curl de femorales y elevación de gemelos. Se realizaban 2 series por ejercicio y 8-12 repeticiones. 60-70% de 1RM. Además, tenían diseñado un programa independiente para caminar desde casa entre 10-30 minutos dos veces por semana. En total realizaban ejercicio físico 3 veces a la semana. No se registraron eventos adversos y hubo mantenimiento de los valores en la mayoría de los tests (UHDRS, velocidad de marcha, 6MWT y Chair Stand Test) menos en el SF-36, para valorar la calidad de vida, el cual aumentó en la parte mental y se mantuvo en los otros parámetros.

La **tercera intervención** (Quinn et al., 2016) tuvo una duración de 12 semanas y hubo un total de 32 participantes. Tres participantes al mes de empezar la intervención tuvieron que abandonar por condiciones médicas, dejando un total de 29 participantes, 14 en el grupo intervención y 15 en el control. Hacían ejercicio físico 3 veces a la semana, entre ellos estaba hacer bicicleta estática 30 minutos o más y ejercicios para fortalecer los miembros inferiores y superiores, por ejemplo, levantarse y sentarse de la silla, seated wood chops, plancha apoyada en la pared y zancada usando la silla como apoyo. Durante la intervención hubo dos eventos adversos en el grupo intervención (dolor de espalda y trastorno del ritmo cardíaco) y 2 eventos adversos serios en el grupo control (intento de suicidio y suicidio). En cuanto a los tests, hubo mejora en el UHDRS motor y en predicted VO2peak y en los demás tests se mantuvieron los mismos valores (3MWT, 15 Reps Chair Stand, masa corporal...).

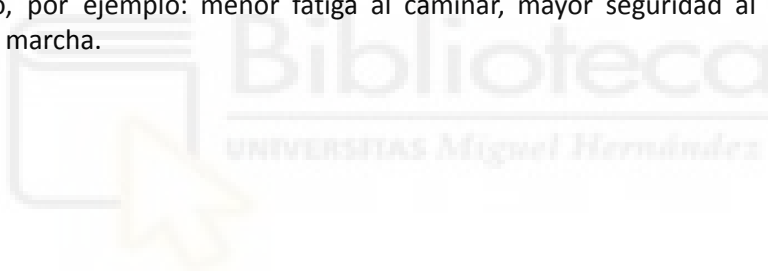
Como intervenciones únicas de resistencia destacaremos una que se basa en la modalidad de marcha nórdica, ya que los bastones pueden sernos de ayuda a la hora de caminar y reducir el riesgo de caída en personas con problemas de equilibrio. Así, podremos mejorar la marcha y otras variables de la persona con EH y no tan solo la resistencia aeróbica, como es el caso si hiciéramos un programa

de cicloergómetro, sino que también podremos mejorar aspectos como la movilidad funcional, el equilibrio y la capacidad física. El objetivo es que la persona con la enfermedad gane funcionalidad y se desenvuelva bien en su día a día, no que solo mejore su resistencia. Con la marcha nórdica podemos lograr esto.

Martínez-Lemos et al., (2020), realizaron una intervención basada en un programa de marcha nórdica. La duración fue de 12 semanas y se practicaba durante 3 días a la semana. Las primeras semanas empezaron con una duración de 12 minutos por sesión y fueron aumentando poco a poco cada semana hasta llegar a los 25 minutos por sesión. No se basaron en nada para prescribir la intensidad. Hubo una mejora generalizada en todas las variables, con excepción de la progresión de la enfermedad, la cual fue la misma en el pre-test y en el post-test, por lo que podemos afirmar que la intervención no afectó negativamente a la progresión de la enfermedad (Martínez-Lemos et al., 2020). El tiempo en el TUG descendió 4,6 segundos (mejoró un 27,6%), las puntuaciones en el Berg Balance Test y en el Physical Performance Test aumentaron 3 puntos y 4 puntos respectivamente. Por lo tanto, con estos resultados podemos decir que la marcha nórdica es una herramienta útil para optimizar la capacidad funcional y la calidad de vida de las personas con la EH (Martínez-Lemos et al., 2020).

1.3 Objetivo e hipótesis del trabajo final de grado

El objetivo del TFG es poder realizar una propuesta teórica de un programa de entrenamiento combinado para mejorar todos los síntomas posibles en personas que posean la enfermedad de Huntington, como, por ejemplo: menor fatiga al caminar, mayor seguridad al levantarse y menor inestabilidad en la marcha.



2. METODOLOGÍA

2.1 Participantes

Los participantes seleccionados para realizar esta propuesta teórica de entrenamiento serán personas diagnosticadas con la enfermedad de Huntington que se encuentren en una fase de la enfermedad temprana-intermedia. El rango de discapacidad de estas personas puede ser medida de dos formas diferentes, la primera forma es mediante la escala más usada para personas con EH, esta es la *Total Functional Capacity (TFC)*. Se divide desde el estadio 1 (leve) al 5 (muy grave), siendo el 5 el más grave de todos (van der Zwaan et al., 2025).

Las personas seleccionadas para realizar este programa deberán de estar entre un estadio 1-3 (leve o moderado), siendo el estadio 3 para personas que necesitan ayuda para realizar las actividades de la vida diaria instrumentales y parte de las básicas. La segunda forma para medir la discapacidad es la oficial que hay en España, la cual se divide en porcentajes según el grado de afectación. Los participantes deberán encontrarse entre el grado 1-3, al igual que la otra escala, teniendo un máximo de 49% de discapacidad (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, 2023).

Los criterios de inclusión basados en otros ensayos de ejercicio físico en personas con EH serían principalmente que tengan un diagnóstico confirmado de la enfermedad, que sean mayores de 18 años, que se encuentren en una fase temprana-intermedia de la enfermedad (que tengan la capacidad para caminar de forma independiente o con ayuda) y que tengan capacidad cognitiva suficiente para comprender instrucciones sencillas y seguir con regularidad un programa de entrenamiento (Drew et al., 2019). Como criterios de exclusión tenemos el diagnóstico de EH juvenil, tener antecedentes de comorbilidades neurológicas como la esclerosis múltiple, tener una condición ortopédica aguda (por ejemplo, fractura o esguince de tobillo) y tener incapacidad o falta de voluntad para dar el consentimiento informado por escrito (Drew et al., 2019).

2.2 Outcomes:

- Primarios:
 - **Potencia relativa del tren inferior (W/kg):** sirve para mejorar la capacidad de realizar actividades de la vida diaria, mayor movilidad funcional y menor riesgo de caídas. Lo mediremos mediante la aplicación Power Frail realizando el test 5STS.
 - **Tiempo en realizar el TUG (s):** es una medida altamente sensible y ayuda a saber la independencia funcional y calidad de vida de una persona con la enfermedad.
 - **Velocidad alcanzada en el 2MWT (m/s):** esta variable mejora con el entrenamiento de resistencia y se centra en el paciente para poder mejorar en actividades cotidianas su capacidad aeróbica.
- Secundarios:
 - **Equilibrio:** esta variable está relacionada con la mejora de la función motora y la marcha, ya que a mejor equilibrio mejor marcha y movilidad. Mejora el riesgo de caídas y se evalúa con el G-Walk mediante el test estático bipodal ojos abiertos.
 - **Calidad de vida:** esta variable trata de conocer el impacto que tiene el plan de entrenamiento en el paciente. Lo mediremos con el test SF-12.

2.3 Tests de evaluación pre-entrenamiento

En la fase de evaluación, previa a la fase de entrenamiento, realizaremos el **test 5STS** mediante la aplicación **Power Frail**, la cual estima la potencia muscular relativa, la alométrica y el índice de masa corporal al analizar un vídeo de una persona realizando el test de 5 repeticiones de levantarse y sentarse sin apoyarse con las manos. (Montemurro et al., 2024). Para los otros tests utilizamos un **BaioBit**, un sistema inalámbrico de sensores inerciales que se coloca en la zona lumbar y sirve para el análisis funcional y objetivo del movimiento humano, validado por la empresa BTS Bioengineering (RiveloMove, 2021). Con este aparato realizamos el test **TUG**, el de **equilibrio estático bipodal con ojos abiertos** y el **2MWT**. El **2MWT** lo realizaremos con bastones de marcha nórdica. Con los bastones el paciente se encontrará con más confianza en la marcha y con menor riesgo de caída (Franzoni et al., 2018). También se realizará un cuestionario de calidad de vida, el **SF-12**. Las preguntas en este cuestionario están relacionadas con componentes físicos y mentales (Ohrnberger et al., 2017).

2.4 Diseño de la intervención

El programa de entrenamiento combinado estará basado en la intervención de Martínez-Lemos et al. (2020), sobre marcha nórdica, para la parte de resistencia y en el de Busse et al. (2013), para la parte de fuerza.

Resistencia: Para el entrenamiento de resistencia vamos a centrarnos en ejercicios aeróbicos con una *duración entre 20-30 minutos* a una *intensidad moderada*. La frecuencia semanal de este tipo de entrenamiento será de *3 días*. El tipo de ejercicio podría ser o bien bicicleta estática, para personas con problemas de equilibrio, o *marcha nórdica* en el caso de que no haya problemas con el equilibrio. Por lo tanto, para este programa de entrenamiento he elegido la *marcha nórdica* ya que está demostrado que tiene mejoras significativas en movilidad funcional, equilibrio, capacidad funcional y no afecta negativamente en la progresión de la enfermedad. Puesto que queremos mejorar la movilidad funcional y buscar una mayor transferencia en actividades de la vida diaria, lo ideal es realizar un plan de entrenamiento de *marcha nórdica* (Martínez-Lemos et al., 2020).

Fuerza: Para el entrenamiento de fuerza vamos a centrarnos en ejercicios que fortalezcan la musculatura de los miembros inferiores, la cual es la que se ve más afectada por la pérdida de fuerza debido a la enfermedad (Busse et al., 2008). Preferiblemente vamos a realizar los ejercicios en máquinas guiadas para una mayor estabilidad y así reducir el riesgo de caídas (Quinn et al., 2020). También para evitar lesiones al no realizar correctamente la técnica y así focalizar el estímulo donde queremos. Las sesiones durarán entre 30-60 minutos y la frecuencia semanal será de 2 días. Los ejercicios a realizar serán: prensa, leg extension, jalón al pecho y curl de femorales. Se realizarán 3 series por ejercicio y 8-12 repeticiones al 60-70% de 1RM (Busse et al., 2013). Siempre habrá que observar cómo se encuentra el paciente, si está fatigado o no hace el recorrido completo del movimiento podemos bajar la carga o hacer descansos más largos. Dado que no es recomendable realizar una prueba convencional de 1RM en personas con la EH, debido a que hay que adaptar y supervisar el ejercicio físico para que sea seguro de realizar y así prevenir posibles caídas causadas por la corea y la rigidez muscular (Quinn et al., 2020), utilizaremos la fórmula de Brzycki para estimar el 1RM a partir de una prueba con cargas submáximas.

$$1RM = \frac{\text{Peso levantado}}{1.0278 - (0.0278 \times \text{Repeticiones})}$$

2.5 Procedimiento y cronograma de la intervención

La intervención tendrá una duración de 12 semanas, antes de empezar con los entrenamientos se deberá de realizar una sesión de valoración dedicada a las mediciones pre-intervención. Al finalizar el periodo de entrenamiento se realizará otra sesión de valoración para recoger los datos del post-intervención y comparar los resultados de las dos evaluaciones y observar en qué parámetros ha mejorado el paciente. Así sería el cronograma si la intervención fuera de febrero a abril.

TAREAS	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
Evaluación pre-plan de entrenamiento																				
Plan de entrenamiento mixto para Huntington 12 semanas																				
Evaluación post-plan de entrenamiento																				

2.6 Medidas de seguridad durante la ejecución de los ejercicios

Para prescribir ejercicio físico en personas con la EH se necesita conocer cuáles son los puntos débiles a la hora de realizar ejercicio físico. Lo principal que se debe buscar siempre es la seguridad de los pacientes, por ello, existen varias medidas de seguridad que se pueden aplicar en el entrenamiento de resistencia y en el de fuerza en esta población.

En el entrenamiento enfocado en resistencia se recomienda entrenar a una intensidad moderada, en torno al 3-4 en la escala de Borg o 55-75% FC_{máx} teórica, para no sobrefatigar al paciente y facilitar su recuperación tras el ejercicio (Busse et al., 2013). Es recomendable también llevar un seguimiento de las cargas e ir aumentándolas progresivamente para conseguir unos resultados óptimos (Quinn et al., 2016). Para disminuir el riesgo de caídas es recomendable caminar con apoyos, como en el caso de la marcha nórdica, en la que caminas con la ayuda de bastones, o también realizar ejercicios aeróbicos en cicloergómetro, en donde estás sentado durante toda la práctica y el riesgo de caída es mucho menor que caminando, haciendo la práctica segura y factible (Fritz et al., 2017).

En el entrenamiento enfocado en la fuerza se recomienda entrenar con cargas moderadas, 60-70% de 1RM (Busse et al., 2013), adaptando las cargas para una mayor seguridad (Quinn et al., 2020). Es necesario llevar un seguimiento de las cargas, e ir aumentándolas progresivamente para optimizar la respuesta al ejercicio (Quinn et al., 2016). Se puede realizar tanto ejercicios en máquinas como peso libre, preferiblemente haremos el entrenamiento en máquinas guiadas si la persona presenta déficit de equilibrio, ya que estas ofrecen mayor estabilidad y reducen el riesgo de caída (Quinn et al., 2020). Si existe riesgo de caída es recomendable realizar los ejercicios sentados para proporcionar mayor control, sobre todo en pacientes en etapas avanzadas de la enfermedad (Quinn et al., 2020).

2.7 Hipótesis para el post-entrenamiento

Debido a que no existe un MCID específico para personas con la EH, nos centraremos en poblaciones similares para poder considerar si ha habido un cambio significativo o no tras el periodo de entrenamiento. Para el **Power Frail (5STS)** hay poca evidencia basada en esta aplicación, esto se debe a que es relativamente reciente, pero los estudios que hay hasta la fecha sobre potencia del tren inferior sitúan como clínicamente relevante una mejora de entre el 9-10% en ancianos (Kirn et al., 2016). Para el **TUG**, bajar el tiempo entre 0,7-1,27 segundos se considera clínicamente significativo en adultos con Parkinson (Taghizadeh et al., 2025). Para el test de **equilibrio estático bipodal con ojos abiertos**, no existe una diferencia mínima clínicamente importante en personas con enfermedades neurodegenerativas, pero en adultos sanos se considera un cambio clínicamente significativo (superior al MDC₉₅) cuando el área de balanceo se reduce 1,4cm² (de la Torre et al., 2020). Para el **2MWT**, un aumento de 31 metros en la distancia recorrida, lo que equivale a 0,26m/s de mejora en velocidad (cálculo propio), se considera clínicamente significativo en personas que han sufrido un ictus subagudo (Bowman et al., 2024). Por último, para el test **SF-12**, un aumento de 4-5 puntos en el componente físico se considera un cambio significativo en personas con artrosis (Clement et al., 2014).

Una vez visto y analizado el programa de entrenamiento que se va a seguir en esta intervención, es consecuente pensar que para el post-test el paciente mejorará en el test **5STS**, en el **TUG** y en el **2MWT**. En el test de **equilibrio estático bipodal con ojos abiertos** y en el **SF-12** mantendrá los valores del pre-test.



3. BIBLIOGRAFÍA

- Barquero, M. S., Gómez-Tortosa, E. (2001). Trastornos cognitivos en pacientes con enfermedad de Huntington. *Revista de Neurología*, 32(11), 1067-1071.
<https://doi.org/10.33588/rn.3211.2000158>
- Bates, G. P., Dorsey, R., Gusella, J. F., Hayden, M. R., Kay, C., Leavitt, B. R., Nance, M., Ross, C. A., Scahill, R. I., Wetzel, R., Wild, E. J., & Tabrizi, S. J. (2015). Huntington disease. *Nature Reviews. Disease Primers*, 1, 15005. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.5>
- Bohlen, S., Ekwall, C., Hellström, K., Vesterlin, H., Björnefur, M., Wiklund, L., & Reilmann, R. (2013). Physical therapy in Huntington's disease—Toward objective assessments? *European Journal of Neurology*, 20(2), 389-393. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2012.03760.x>
- Bowman, T., Mestanza Mattos, F. G., Allera Longo, C., Bocini, S., Gennuso, M., Marazzini, F., Giuseppe Materazzi, F., Pelosin, E., Putzolu, M., Salvalaggio, S., Turolla, A., Mezzarobba, S., & Cattaneo, D. (2024). *The minimally clinically important difference in the 2-minute walk test for people in the subacute phase after a stroke*. <https://air.unimi.it/handle/2434/1121155>
- Busse, M. E., Hughes, G., Wiles, C. M., & Rosser, A. E. (2008). Use of hand-held dynamometry in the evaluation of lower limb muscle strength in people with Huntington's disease. *Journal of Neurology*, 255(10), 1534-1540. <https://doi.org/10.1007/s00415-008-0964-x>
- Busse, M., Quinn, L., Debono, K., Jones, K., Collett, J., Playle, R., Kelly, M., Simpson, S., Backx, K., Wasley, D., Dawes, H., Rosser, A., & Members of the COMMET-HD Management Group. (2013). A randomized feasibility study of a 12-week community-based exercise program for people with Huntington's disease. *Journal of Neurologic Physical Therapy: JNPT*, 37(4), 149-158.
<https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000016>

- Cho, S. Y., Myong, Y., Park, S., Cho, M., & Kim, S. (2023). A portable articulated dynamometer for ankle dorsiflexion and plantar flexion strength measurement: A design, validation, and user experience study. *Scientific Reports*, 13(1), 22221. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49263-2>
- Clement, N. D., MacDonald, D., & Simpson, A. H. R. W. (2014). The minimal clinically important difference in the Oxford knee score and Short Form 12 score after total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 22(8), 1933-1939. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2776-5>
- De la Torre, J., Marin, J., Polo, M., & Marín, J. J. (2020). Applying the Minimal Detectable Change of a Static and Dynamic Balance Test Using a Portable Stabilometric Platform to Individually Assess Patients with Balance Disorders. *Healthcare*, 8(4), 402. <https://doi.org/10.3390/healthcare8040402>
- DiFiglia, M., Sapp, E., Chase, K. O., Davies, S. W., Bates, G. P., Vonsattel, J. P., & Aronin, N. (1997). Aggregation of huntingtin in neuronal intranuclear inclusions and dystrophic neurites in brain. *Science*, 277(5334), 1990-1993. <https://doi.org/10.1126/science.277.5334.1990>
- Drew, C. J. G., Quinn, L., Hamana, K., Williams-Thomas, R., Marsh, L., Dimitropoulou, P., Playle, R., Griffin, B. A., Kelson, M., Schubert, R., Muratori, L., Reilmann, R., Rosser, A., & Busse, M. (2019). Physical Activity and Exercise Outcomes in Huntington Disease (PACE-HD): Protocol for a 12-Month Trial Within Cohort Evaluation of a Physical Activity Intervention in People With Huntington Disease. *Physical Therapy*, 99(9), 1201-1210. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz075>
- Epping, E. A., Mills, J. A., Beglinger, L. J., Fiedorowicz, J. G., Craufurd, D., Smith, M. M., Groves, M., Bijanki, K. R., Downing, N., Williams, J. K., Long, J. D., & Paulsen, J. S. (2013). Characterization of depression in prodromal Huntington disease in the neurobiological predictors of HD

(PREDICT-HD) study. *Journal of Psychiatric Research*, 47(10), 1423-1431.

<https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2013.05.026>

Franzoni, L. T., Monteiro, E. P., Oliveira, H. B., da Rosa, R. G., Costa, R. R., Rieder, C., Martinez, F. G., & Peyré-Tartaruga, L. A. (2018). A 9-Week Nordic and Free Walking Improve Postural Balance in Parkinson's Disease. *Sports Medicine International Open*, 2(2), E28-E34.

<https://doi.org/10.1055/s-0043-124757>

Fritz, N. E., Rao, A. K., Kegelmeyer, D., Kloos, A., Busse, M., Hartel, L., Carrier, J., & Quinn, L. (2017). Physical therapy and exercise interventions in Huntington's disease: A mixed-methods systematic review. *Journal of Huntington's Disease*, 6(3), 217-235.

<https://doi.org/10.3233/JHD-170260>

Hernández Lozano, D., Fernández-Hawrylak, M., & Grau Rubio, C. (2014). La terapia ocupacional en la enfermedad de Huntington: Alargando la autonomía. *Revista electrónica de terapia ocupacional Galicia, TOG*, 11(20 (Noviembre)), 8.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4892255>

Huntington Study Group. (1996). Unified Huntington's Disease Rating Scale: Reliability and consistency. *Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society*, 11(2), 136-142.

<https://doi.org/10.1002/mds.870110204>

Khalil, H., Quinn, L., van Deursen, R., Dawes, H., Playle, R., Rosser, A., & Busse, M. (2013). What effect does a structured home-based exercise programme have on people with Huntington's disease?

A randomized, controlled pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 27(7), 646-658.

<https://doi.org/10.1177/0269215512473762>

- Kirn, D. R., Reid, K. F., Hau, C., Phillips, E. M., & Fielding, R. A. (2016). What is a Clinically Meaningful Improvement in Leg-Extensor Power for Mobility-limited Older Adults? *The Journals of Gerontology: Series A*, 71(5), 632-636. <https://doi.org/10.1093/gerona/glv207>
- Losekoot, M., van Belzen, M. J., Seneca, S., Bauer, P., Stenhouse, S. A. R., Barton, D. E., & European Molecular Genetic Quality Network (EMQN). (2013). EMQN/CMGS best practice guidelines for the molecular genetic testing of Huntington disease. *European Journal of Human Genetics: EJHG*, 21(5), 480-486. <https://doi.org/10.1038/ejhg.2012.200>
- MacDonald, M. E., Ambrose, C. M., Duyao, M. P., Myers, R. H., Lin, C., Srinidhi, L., ... & Harper, P. S. The Huntington's Disease Collaborative Research Group. (1993). A novel gene containing a trinucleotide repeat that is expanded and unstable on Huntington's disease chromosomes. *Cell*, 72(6), 971-983. [https://doi.org/10.1016/0092-8674\(93\)90585-e](https://doi.org/10.1016/0092-8674(93)90585-e)
- Martínez-Lemos, R. I., Domínguez-Pérez, C., Seijo-Martínez, M., & Ayán-Pérez, C. (2020). Mejoría de la capacidad funcional en la enfermedad de Huntington tras un programa de marcha nórdica. A propósito de un caso. *Neurología*, 35(8), 585-588. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2019.01.006>
- Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030. (2023). *Orden DSA/934/2023, de 19 de julio, por la que se modifican los baremos que figuran como anexos I, II, III, IV, V y VI del Real Decreto 888/2022, de 18 de octubre, por el que se establece el procedimiento para el reconocimiento, declaración y calificación del grado de discapacidad*. Boletín Oficial del Estado. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-17875
- Montemurro, A., Rodríguez-Juan, J. J., Martínez-García, M. D. M., & Ruiz-Cárdenas, J. D. (2024). Validity of a video-analysis-based app to detect prefrailty or frailty plus sarcopenia syndromes in community-dwelling older adults: Diagnostic accuracy study. *Digital Health*, 10, 20552076241232878. <https://doi.org/10.1177/20552076241232878>

- Mueller, S. M., Petersen, J. A., & Jung, H. H. (2019). Exercise in Huntington's Disease: Current State and Clinical Significance. *Tremor and Other Hyperkinetic Movements*, 9, 601. <https://doi.org/10.7916/tm9j-f874>
- Myers, R. H. (2004). Huntington's disease genetics. *NeuroRx: The Journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, 1(2), 255-262. <https://doi.org/10.1602/neurorx.1.2.255>
- Nguyen, D. T., Penta, M., Chinh, N. V., & Sauvage, C. (2025). Comparison of walking performance with the 6-minute and the 2-minute walk tests in elderly living in the community and in a nursing home. *Journal of Rehabilitation Research and Practice*, Volume 6(Issue 1), 9-16. <https://doi.org/10.46439/rehabilitation.6.033>
- Ohrnberger, J., Fichera, E., & Sutton, M. (2017). The relationship between physical and mental health: A mediation analysis. *Social Science & Medicine*, 195, 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.11.008>
- Paulsen, J. S., Langbehn, D. R., Stout, J. C., Aylward, E., Ross, C. A., Nance, M., Guttman, M., Johnson, S., MacDonald, M., Beglinger, L. J., Duff, K., Kayson, E., Biglan, K., Shoulson, I., Oakes, D., Hayden, M., & Predict-HD Investigators and Coordinators of the Huntington Study Group. (2008). Detection of Huntington's disease decades before diagnosis: The Predict-HD study. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 79(8), 874-880. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.128728>

- Quinn, L., Hamana, K., Kelson, M., Dawes, H., Collett, J., Townson, J., Roos, R., van der Plas, A. A., Reilmann, R., Frich, J. C., Rickards, H., Rosser, A., & Busse, M. (2016). A randomized, controlled trial of a multi-modal exercise intervention in Huntington's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 31, 46-52. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.06.023>
- Quinn, L., Kegelmeyer, D., Kloos, A., Rao, A. K., Busse, M., & Fritz, N. E. (2020). Clinical recommendations to guide physical therapy practice for Huntington disease. *Neurology*, 94(5), 217-228. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000008887>
- Quinn, L., Playle, R., Drew, C. J. G., Taiyari, K., Williams-Thomas, R., Muratori, L. M., Hamana, K., Griffin, B. A., Kelson, M., Schubert, R., Friel, C., Morgan-Jones, P., Rosser, A., Busse, M., Montojo, T., Ruiz Idiago, J. M., Hershberg, J., Marder, K., Bordelon, Y., ... Landwehrmeyer, B. (2022). Physical activity and exercise outcomes in Huntington's disease (PACE-HD): Results of a 12-month trial-within-cohort feasibility study of a physical activity intervention in people with Huntington's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 101, 75-89. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2022.06.013>
- Rawlins, M. D., Wexler, N. S., Wexler, A. R., Tabrizi, S. J., Douglas, I., Evans, S. J. W., & Smeeth, L. (2016). The Prevalence of Huntington's Disease. *Neuroepidemiology*, 46(2), 144-153. <https://doi.org/10.1159/000443738>
- RiveloMove (2021). *Qué es Baiobit*. <https://rivelomove.com/es/index.aspx>
- Sequeiros, J., Ramos, E. M., Cerqueira, J., Costa, M. C., Sousa, A., Pinto-Basto, J., & Alonso, I. (2010). Large normal and reduced penetrance alleles in Huntington disease: Instability in families and frequency at the laboratory, at the clinic and in the population. *Clinical Genetics*, 78(4), 381-387. <https://doi.org/10.1111/j.1399-0004.2010.01388.x>

- Tabrizi, S. J., Scahill, R. I., Durr, A., Roos, R. A., Leavitt, B. R., Jones, R., Landwehrmeyer, G. B., Fox, N. C., Johnson, H., Hicks, S. L., Kennard, C., Craufurd, D., Frost, C., Langbehn, D. R., Reilmann, R., Stout, J. C., & TRACK-HD Investigators. (2011). Biological and clinical changes in premanifest and early stage Huntington's disease in the TRACK-HD study: The 12-month longitudinal analysis. *The Lancet. Neurology*, 10(1), 31-42. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(10\)70276-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(10)70276-3)
- Taghizadeh, G., Eissazade, N., Fereshtehnejad, S.-M., Taghavi Azar Sharabiani, P., Shati, M., Mortazavi, S., Habibi, S. A. H., SalemiJuybari, M., & Mehdizadeh, M. (2025). Minimal clinically important difference and substantial clinical benefits for single- and dual-task timed up and go test following motor-cognitive training in Parkinson's disease. *Age and Ageing*, 54(9), afaf241. <https://doi.org/10.1093/ageing/afaf241>
- van der Zwaan, K. F., Feleus, S., Dekkers, O. M., Roos, R. a. C., & de Bot, S. T. (2025). Total functioning capacity scale in Huntington's disease: Natural course over time. *Journal of Neurology*, 272(2), 140. <https://doi.org/10.1007/s00415-024-12771-w>

ANEXO I

INFORME FAVORABLE COIR TFG

Estimado Francisco David Barbado Murillo y Óscar Maciá Maestre

Una vez revisada su solicitud de evaluación ética le comunicamos que la misma ha sido **AUTORIZADA**:

Nombre del tutor/a:	Francisco David Barbado Murillo
Nombre del estudiante:	Óscar Maciá Maestre
Tipo de actividad:	1. TFG (Trabajo Fin de Grado)
Título	Propuesta teórica de entrenamiento en personas con Corea de Huntington.
Evaluación de riesgos laborales	No solicitado/No procede
Evaluación ética humanos	No solicitado/No procede
Código provisional:	260424093817
Código de autorización COIR	TFG.GAF.FDBM.OMM.260424
Caducidad	2 años

Pueden imprimir este correo como justificante de autorización ética COIR.

Aprovechamos para recordarle que no necesita realizar ningún trámite adicional con la Oficina de Investigación Responsable.

Un saludo,



Laura Jiménez Morgado

Oficina de Investigación Responsable

Vicerrectorado de Investigación y Transferencia

Universidad Miguel Hernández de Elche

Teléf.: 966658614 / 8614