

TRABAJO FINAL DE GRADO

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE



**Diseño de un protocolo de investigación para evaluar el efecto
de distintos programas de entrenamiento en adultos mayores
con dolor lumbar**

Curso académico: 2025-2026

Alumno: Sergi Crespillo Carrillo

Tutora académica: Amaya Prat Luri

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	3
DISEÑO DEL ESTUDIO	3
CAPTACIÓN DE PARTICIPANTES	3
INTERVENCIONES.....	4
Programa de ejercicios de estabilidad del tronco (GE1)	7
Programa de ejercicio de fuerza general (GE2).....	8
EVALUACIÓN.....	10
DISCUSIÓN.....	14
BIBLIOGRAFÍA.....	16



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el dolor lumbar crónico es la segunda causa más frecuente de atención médica y la causa más frecuente de discapacidad laboral en el mundo, lo que conlleva un profundo impacto social y económico (Goode et al., 2018; Santos et al., 2020). Además, su prevalencia aumenta de forma constante, superando incluso el ritmo de crecimiento de otras enfermedades como la diabetes y la hipertensión (Goode et al., 2018). En nuestro país, según los datos de la Encuesta de Salud de España realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2024) el dolor lumbar crónico es el segundo problema de salud crónico más frecuente en el país, llegando a afectar a un 19,8 % de la población. La gran mayoría de estos casos se diagnostican como dolor lumbar crónico inespecífico (DLCI), el cual se caracteriza por estar localizado entre el margen de las últimas costillas y la línea glútea inferior (pudiendo presentar o no irradiación nerviosa), que prevalece durante más de 12 semanas (Marini et al., 2017; Santos et al., 2020) y no tiene patología subyacente identificable (Ozsoy et al., 2019). Esta problemática se acentúa especialmente en la población del adulto mayor, ya que, al igual que la prevalencia, la incidencia de DLCI aumenta con la edad, dando lugar a episodios que se vuelven más severos y que presentan una menor capacidad de recuperación (Park & Song, 2021; Zhang et al., 2023). De hecho, es el problema reportado con mayor frecuencia en personas mayores de 75 años, y representa el 17,3 % de todas las visitas médicas en la población mayor de 65 años (Hicks et al., 2016). Como consecuencia, el DLCI constituye una de las principales causas de disfunción y discapacidad en las personas mayores, con un impacto significativo sobre su vida diaria (Hicks et al., 2016; Ozsoy et al., 2019; Zhang et al., 2023). De hecho, incluso un único episodio de dolor lumbar de intensidad moderada a severa se ha asociado con un mayor declive funcional a lo largo de un periodo de tres años en adultos mayores sanos (Hicks et al., 2016).

El DLCI es un proceso complejo que puede afectar tanto a nivel neural como a las propias estructuras del sistema musculoesquelético, ambos además condicionados y agravados por los cambios degenerativos asociados al envejecimiento (Santos et al., 2020; Hicks et al., 2016; Ozsoy et al., 2019; Fragala et al., 2019). Cuando hablamos desde el punto de vista neurofisiológico, la cronicidad del dolor lumbar puede asociarse a un incremento de la sensibilización central, alterando el sistema nervioso por medio de una hipersensibilidad debida a la acción de mediadores inflamatorios (Santos et al., 2020). Además del deterioro normal asociado al envejecimiento, en las personas mayores que presentan dolor lumbar se observa una mayor infiltración de grasa a nivel intramuscular, junto con un cambio en la composición del tejido que impacta negativamente en el rendimiento de dichas estructuras (Hicks et al., 2016). Esto puede impactar sobre su funcionalidad, con limitaciones en el rango de movimiento, una mayor inestabilidad lumbo-pélvica y alteraciones de la propiocepción (Santos et al., 2020; Park & Song, 2021; Zhang et al., 2023).

El abordaje tradicional del DLCI contempla al mismo tiempo estrategias farmacológicas tanto como no farmacológicas (Santos et al., 2020). Sin embargo, en el adulto mayor, quien puede presentar distintas comorbilidades de forma simultánea, el abordaje basado exclusivamente en tratamiento farmacológico puede conducir a situaciones de polifarmacia, incrementando así el riesgo de sufrir efectos adversos severos debido al uso concomitante de varios medicamentos (Teut et al., 2016). Teniendo en cuenta este contexto, el uso de intervenciones no farmacológicas como el ejercicio físico se posiciona como una herramienta vital, ya que puede ayudar a reducir el número de fármacos empleados y/o sus dosis (Goode et al., 2018; Liu et al., 2025; Izquierdo et al., 2025). Además, el ejercicio físico se posiciona como una de las herramientas más importantes para mitigar algunos de los mecanismos de deterioro previamente descritos. En este sentido, puede ayudar a reducir la sensibilización central y, en consecuencia, disminuir el dolor percibido, ya que el movimiento ejerce un efecto modulador

sobre el sistema nervioso (Santos et al., 2020). Por otro lado, el ejercicio también puede favorecer mejoras en el estado del sistema musculoesquelético, incrementando la calidad, la masa y la fuerza muscular (Hicks et al., 2016; Park & Song, 2021). Estas adaptaciones pueden repercutir positivamente a nivel funcional, mejorando la movilidad lumbo-pélvica, la estabilidad y la calidad de vida percibida (Zhang et al., 2023; Zahari et al., 2023).

La literatura actual respalda diversas modalidades de entrenamiento, donde habitualmente se implementan programas de carácter multicomponente (Soares Fonseca et al., 2023; Santos et al., 2024). Estos programas suelen integrar diferentes componentes, como el entrenamiento de fuerza, el ejercicio aeróbico, la flexibilidad y ejercicios orientados a la estabilidad de tronco, con el objetivo de actuar sobre los distintos factores relacionados con el dolor y la discapacidad (Aliyu et al., 2022; Soares Fonseca et al., 2023; Ishak et al., 2016; Zhang et al., 2023). Estos programas, junto con otros empleados habitualmente en esta población como el Tai Chi, el Yoga o el Pilates, han demostrado ser seguros y eficaces para reducir la intensidad del dolor y la discapacidad percibida (Rossetti et al., 2023; Zhang et al., 2023). Para obtener mejoras clínicamente relevantes la evidencia sugiere una dosis de al menos 12 semanas de duración, con una frecuencia de 3 veces por semana y sesiones de 60 minutos (Zhang et al., 2023). Asimismo, en términos de intensidad para el trabajo de fuerza, autores como Fritz et al. (2021) recomiendan progresar gradualmente hasta alcanzar el 70-80 % de la repetición máxima (1RM), realizando de 3 a 6 series de 8 a 11 ejercicios por sesión (Fritz et al., 2021). No obstante, a pesar de los beneficios observados, la literatura presenta una alta heterogeneidad que dificulta saber qué elementos concretos del programa son responsables de los efectos obtenidos (Dimitrijević et al., 2025; Soares Fonseca., 2023; Vadalà et al., 2020). En este sentido, aunque los programas multicomponentes permiten abordar diferentes capacidades físicas, la combinación simultánea de varios estímulos limita la posibilidad de conocer la contribución específica de cada modalidad de entrenamiento sobre el dolor, la discapacidad o la función física (Ishak et al., 2016; Vadalà et al., 2020). Además, estos estudios suelen centrarse en variables finales de interés, como el dolor o la discapacidad percibida (Liu et al., 2023; Vadalà et al., 2020; Zhang et al., 2023), sin evaluar en profundidad las adaptaciones físicas entrenadas —como la fuerza o la resistencia— que podrían ayudar a comprender cómo dichos cambios modulan la respuesta sobre las principales variables clínicas (Fritz et al., 2021; Ishak et al., 2016; Izquierdo et al., 2025). Por ello resulta necesario comparar de forma específica un programa centrado en estabilidad de tronco frente a un programa de fuerza general —con baja demanda estabilizadora del tronco—, ya que ambos componentes suelen formar parte de las intervenciones habituales en adultos mayores con dolor lumbar, pero podrían actuar mediante mecanismos diferentes (Kuzu et al., 2025). Además, no está claro si los beneficios observados en los programas multicomponente se deben en mayor medida a las adaptaciones del entrenamiento de estabilidad de tronco o del entrenamiento general de fuerza. En consecuencia, la comparación entre estabilidad de tronco y fuerza general permitiría analizar la contribución específica de dos modalidades habitualmente incluidas en los programas de ejercicio, facilitando una mejor comprensión de qué tipo de entrenamiento resulta más adecuado en función de los objetivos y de las características de los adultos mayores con dolor lumbar.

En base a las limitaciones de la literatura anteriormente expuestas, el objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es diseñar un estudio de investigación para aplicar en adultos mayores con DLCL que compare los efectos de un programa aislado de fuerza general —con baja demanda estabilizadora del tronco— frente a un programa específico de estabilidad de tronco, analizando su impacto sobre la percepción del dolor y la discapacidad percibida. Asimismo, se evaluarán variables directamente relacionadas con las capacidades entrenadas en cada grupo (i.e., fuerza y estabilidad del tronco) con el fin de comprender cómo dichas adaptaciones pueden modular los efectos observados sobre el dolor y la discapacidad percibida.

METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

El estudio será un ensayo controlado aleatorizado en adultos de más de 60 años con DLCl, con cegamiento para el evaluador y el analizador de datos. Se estableció el límite mínimo de edad en más de 60 años debido a la limitada evidencia disponible específicamente en población de mayor edad. Según Carvalho do Nascimento et al. (2018), solo el 2,99 % de los estudios son específicamente en personas con más de 65 años. Por ello, ampliar el criterio de inclusión a participantes mayores de 60 años permitirá acceder a una base de evidencia mucho más amplia sobre la que fundamentar la intervención. Además, según Paeck et al. (2014), los 60 años constituyen uno de los puntos de corte de edad más utilizados en los ensayos clínicos de dolor lumbar.

Se estima la inclusión de un total de 24 participantes de ambos sexos, los cuales se dividirán en tres grupos de 8 personas. De estos tres grupos habrá un grupo control, que no realizará ninguna intervención y continuará con su actividad habitual, y dos grupos experimentales. Cada grupo experimental realizará un programa de ejercicio físico específico. El grupo 1 (GE1) llevará a cabo un programa basado en ejercicios de estabilidad de tronco, mientras que el grupo 2 (GE2) realizará un programa de fuerza general con baja demanda estabilizadora de tronco. Los participantes serán asignados aleatoriamente a uno de los 3 grupos mediante el programa de aleatorización OxMar un software fácil de utilizar y gratuito que permite una aleatorización simple y asignación adaptativa mediante minimización. Este proceso será realizado por una tercera persona que no participará ni en evaluaciones ni entrenamientos. Esta persona será la encargada de realizar los análisis de los datos únicamente.

CAPTACIÓN DE PARTICIPANTES

El reclutamiento de la muestra se realizará en los centros de atención primaria y atención secundaria de la zona de Benidorm y la comarca de la Marina Baixa. Por un lado, se establecerá contacto con los Centros de Salud de Atención locales y con el servicio de Rehabilitación del Hospital Comarcal. Por otro lado, de forma complementaria, también se captarán voluntarios mediante la realización de charlas informativas en los Centros Sociales y de la Tercera Edad del municipio, apoyándose también en la difusión directa o “boca a boca”. Para poder participar en el estudio, primero firmarán un consentimiento informado antes de ser aleatorizados en cualquiera de los 3 grupos.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de los participantes.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
- Participantes con una edad igual o superior a 60 años - Dolor lumbar crónico inespecífico con una evolución igual o superior a 3 meses y sin afectación nerviosa - Puntuación mínima de 4 sobre 10 en la escala de dolor (VNRS) - Sujetos físicamente inactivos que no hayan participado en programas de ejercicio en los últimos 6 meses - Función cognitiva preservada, acreditada por una puntuación <24 en el cuestionario MMSE	- Presencia de patologías específicas (tumores, fracturas vertebrales recientes, procesos inflamatorios sistémicos, signos de síndrome de cauda equina y/o estenosis severa - Presencia de dolor radicular - Enfermedades cardiovasculares o respiratorias graves no controladas - Enfermedades neurodegenerativas progresivas - Otras patologías musculoesqueléticas o sistémicas que contraindiquen la práctica de ejercicio físico

	- Intervención quirúrgica reciente (<6 meses) o programada donde la actividad física esté contraindicada
--	--

Nota. DLCl: Dolor Lumbar Crónico Inespecífico. VNRS: Escala Numérica Verbal (*Verbal Numerical Rating Scale*). MMSE: Examen Cognitivo Mini-Mental (*Mini-Mental State Examination*).

INTERVENCIONES

El estudio comprenderá un total de 20 semanas. Las dos primeras semanas se destinarán exclusivamente a la realización de las evaluaciones iniciales y a un periodo de familiarización. La semana 1 se enfocará en una toma de contacto para que los participantes se familiaricen con la técnica de los ejercicios, con las pruebas de valoración y, en el caso del GE2, comprendan el uso de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo OMNI-Resistance Exercise Scale (OMNI-RES) y estimen su repetición máxima (e1RM) mediante el método de repeticiones hasta la fatiga. Posteriormente, la semana 2 se destinará íntegramente a realizar la evaluación inicial y registrar los valores basales, evitando que el efecto aprendizaje altere los datos.

Durante la semana 1 habrá cuatro sesiones distribuidas a lo largo de la semana, separadas por un mínimo de 24 horas.

- Sesión 1: se destinará a firmar el consentimiento informado y al aprendizaje técnico de los ejercicios (cada grupo con los ejercicios de su programa). Además, el grupo GE2 comenzará su familiarización con la escala OMNI-RES, ya que será una herramienta específica complementaria para cuantificar la intensidad de su programa de fuerza (a diferencia del GE1, cuya intensidad se monitorizará mediante acelerometría).
- Sesión 2: servirá como toma de contacto con el protocolo de evaluación de la estabilidad de tronco.
- Sesión 3: será una réplica de la sesión 1, sin la parte destinada a firmar el consentimiento informado. Esta sesión estará centrada en consolidar la técnica de los ejercicios y el manejo de la escala de esfuerzo por parte de GE2. En ella se incidirá especialmente en aspectos técnicos clave de cada programa: para GE1, el mantenimiento de la columna en posición neutra y la alineación del cuerpo como un solo segmento, junto con la maniobra de cocontracción abdominal; para GE2, el mantenimiento de la pelvis neutra durante la ejecución de los ejercicios (evitando compensaciones en anteversión y retroversión), el control de la velocidad de ejecución durante todo el rango de movimiento y la respiración rítmica para evitar la maniobra de Valsalva.
- Sesión 4: consistirá en una toma de contacto con los test de fuerza resistencia y potencia de los miembros inferiores y los test de fuerza resistencia de los miembros superiores y flexores y extensores del tronco. Además, en el caso del GE2, esta sesión se aprovechará para realizar la prueba de la e1RM mediante el método de repeticiones hasta la fatiga (3-8 RM).

Por su parte, en la semana 2 se realizarán las dos sesiones de evaluación oficial, separadas entre sí por 72 horas (garantizando un descanso de 48 horas desde la última sesión de la semana 1):

- Sesión 1: servirá para el registro definitivo de las variables clínicas principales (intensidad del dolor, discapacidad percibida y calidad de vida) y a evaluar la estabilidad de tronco.

- Sesión 2: se destinará a realizar la evaluación de los test de fuerza resistencia y potencia.

Una vez recogidos los datos iniciales, los participantes desarrollarán el programa de intervención correspondiente desde la semana 3 a la 19. Durante este periodo, en la semana 12 se interrumpirán las sesiones de entrenamiento para realizar una evaluación intermedia con el objetivo de analizar la evolución de los participantes a lo largo del programa. Esta medición intermedia replicará la misma estructura y características que la evaluación inicial, es decir, habrá dos sesiones separadas por 72 horas: un día destinado a evaluar las variables clínicas principales (intensidad del dolor, discapacidad percibida y calidad de vida) y la estabilidad de tronco, y un segundo día destinado a los test de fuerza resistencia y potencia. Finalmente, en la semana 20 se realizará una evaluación completa post-intervención siguiendo el mismo protocolo.

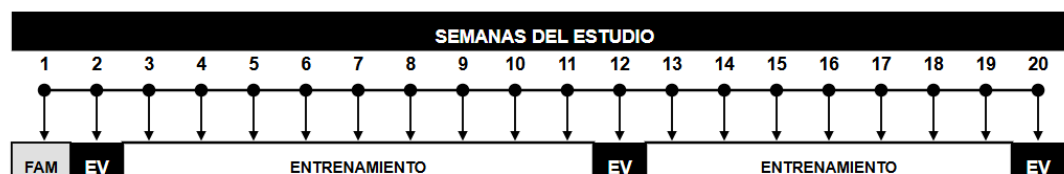


Figura 1. Diseño del estudio. EV: evaluación. FAM: familiarización

La frecuencia de entrenamiento para ambos grupos experimentales será de 3 días a la semana, organizados en días alternos (lunes, miércoles y viernes) garantizando un mínimo de 48 horas entre las sesiones. Cada sesión durará 45 minutos, estructurada en: 10 minutos de calentamiento, 25 minutos de parte principal y 10 minutos de vuelta a la calma. Estas sesiones se realizarán en grupos reducidos con una ratio de un entrenador por cada 4 participantes, y se llevarán a cabo en el centro deportivo habilitado para el estudio. En cada sesión de entrenamiento, ambos grupos realizarán un calentamiento con una parte general común y una parte específica en función de su programa, finalizando con una vuelta a la calma enfocada de la misma forma que los calentamientos. Por otro lado, el grupo control no realizará ningún tipo de ejercicio físico estructurado, manteniendo exclusivamente las actividades de su vida diaria. A continuación, se describen los calentamientos y vuelta a la calma para cada grupo experimental:

- Calentamiento:
 - Calentamiento GE1
 - Parte general:
 - 5 minutos de caminata moderada (RPE 4)
 - Parte específica:
 - Cat-camel (10 repeticiones).
 - Inclinación lateral de tronco en bipedestación (10 repeticiones).
 - Protracción y retracción escapular (10 repeticiones).
 - Retroversión-anteversión de pelvis (10 repeticiones).
 - Calentamiento GE2
 - Parte general:
 - 5 minutos de caminata moderada (RPE 4)
 - Parte específica:
 - Circunducciones de hombro unilaterales (15 repeticiones con cada brazo).
 - Flexiones en pared (10 repeticiones).
 - Levantarse de la silla (8 repeticiones).
 - Flexo-extensión de rodilla en sedestación unilateral (10 repeticiones con cada pierna).

- Vuelta a la calma:
 - Vuelta a la calma GE1
 - Parte general
 - 5 minutos de caminata leve (RPE 1).
 - Relajación diafragmática (2x30 segundos).
 - Parte Específica
 - Estiramiento de glúteo e iliopsoas (30 segundos cada músculo de cada extremidad)
 - Glúteo: estiramiento en sedestación en silla, cruzando un tobillo sobre la pierna contraria y realizar una ligera inclinación del tronco hacia delante.
 - Iliopsoas: estiramiento en sedestación de lado en una silla, con la cadera extendida hacia atrás, y el usuario sujetado al respaldo.
 - *Child's pose* (2 series de 1 minuto): estiramiento en cuadrupedia, desplazando el glúteo hacia los talones mientras se mantiene la frente cerca del suelo y los brazos flexionados paralelos con la cabeza.
 - Vuelta a la calma GE2
 - Parte general
 - 5 minutos de caminata leve (RPE 1).
 - Relajación diafragmática (2x30 segundos).
 - Parte específica
 - Estiramientos estáticos extremidad inferior (30 segundos cada músculo de cada extremidad)
 - Cuádriceps: estiramiento en bipedestación con apoyo en la pared, llevando el talón al glúteo.
 - Isquiosurales: estiramiento en sedestación en silla, extendiendo una pierna y alcanzando la punta del pie (por pierna).
 - Estiramientos estáticos extremidad superior (30 segundos cada músculo de cada extremidad)
 - Pectorales: estiramiento unilateral apoyando el antebrazo en la pared.
 - Dorsales: estiramiento en sedestación, elevando el brazo por encima de la cabeza e inclinando el tronco hacia el lado contrario.

Durante cada sesión, las intervenciones estarán dirigidas y supervisadas por dos investigadores graduados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte con experiencia previa en la prescripción de ejercicio en adultos mayores. Estos profesionales serán responsables además de apuntar y registrar cualquier evento adverso que se produzca como consecuencia de los programas de entrenamiento durante el periodo de intervención (e.g., incremento agudo del dolor lumbar durante o tras la realización de los ejercicios, caídas, mareos o fatiga inusual). Del mismo modo, se registrará la adherencia, estableciéndose un 80% como mínimo de asistencia a las sesiones para que sus datos puedan ser incluidos en el análisis estadístico posterior.

Nota aclaratoria sobre la relajación diafragmática

La técnica aplicada en ambos grupos consiste en hacer un uso completo del diafragma y de los músculos abdominales, promoviendo el movimiento del diafragma en una dirección tridimensional mediante la respiración.

Programa de ejercicios de estabilidad del tronco (GE1)

El programa de este grupo se centrará en el entrenamiento de la estabilidad del tronco a través de 4 ejercicios isométricos habitualmente empleados para este propósito: puente dorsal, puente frontal, puente lateral y *bird-dog* en cuadrupedia. El volumen de la sesión consistirá en 3 series de contracción mantenida durante 30 segundos (en los ejercicios con apoyo monopodal, el tiempo se repartirá equitativamente entre ambas piernas, 15 segundos por lado). La sesión se organizará en 4 parejas, asegurando 90 segundos de descanso entre series y estableciendo 2 minutos de descanso entre ejercicios. La progresión se establecerá a partir de 3 variantes de cada ejercicio (Figura 2), considerando variables mecánicas como la disminución de la base de sustentación, el apoyo en superficies inestables (bosu) y la disminución del brazo de resistencia.

Para la monitorización objetiva de la carga, siguiendo a De Los Ríos-Calonge et al. (2026) se utilizará la acelerometría basada en smartphone mediante la aplicación CoreMaker. Esta herramienta permite registrar las oscilaciones y ajustes de la zona lumbopélvica durante el mantenimiento de las posturas isométricas, de modo que una menor aceleración media resultante (m/s^2) refleja un mayor control de la posición. Sin embargo, la monitorización con los dispositivos móviles no se aplicará en todas las sesiones, sino que se realizará de forma quincenal (en una sesión cada dos semanas). En estas sesiones, los entrenadores fijarán el dispositivo móvil a la región sacra a la altura de L5-S1 mediante un cinturón elástico. El dato registrado servirá como criterio objetivo para decidir si el participante mantiene la variante del ejercicio o si progresa en dificultad durante las dos semanas de entrenamiento posteriores.

Para establecer las progresiones y la intensidad, tras la evaluación inicial se extraerá la aceleración media basal de la muestra para calcular una media grupal y su respectiva desviación estándar. Con estos datos descriptivos, se establecerá el intervalo en el que se pautarán los valores de aceleración para los ejercicios. Para asegurar que estos rangos objetivos se asocian a un estímulo adecuado, los registros de la aceleración se validarán con los criterios observacionales propuestos por Heredia-Elvar et al. (2021). Los criterios para una correcta ejecución, denominada “*YES-Training level*”, dictan que el participante debe mantener la columna y la pelvis en posición neutra, intentando permanecer lo más quieto posible, pero mostrando cierta dificultad para conservar dicha alineación de cabeza, tronco y extremidades o evidenciando una vibración de tronco continua. Por el contrario, se clasificará como “*NO-Training level*” tanto si el participante mantiene la postura con nula dificultad, como si es incapaz de mantener la posición o sostenerla durante los 15 segundos de la prueba. Durante las evaluaciones quincenales, la progresión de la intensidad de cada sujeto se dictaminará a partir de los siguientes criterios: si el participante registra valores de aceleración dentro del intervalo, la intensidad será adecuada y el ejercicio se mantendrá. Si cae por debajo del límite inferior, avanzará a la siguiente progresión del ejercicio. Por último, si excede el límite superior, se buscará una variante menos demandante para que el participante logre entrar nuevamente en el rango de aceleración objetivo.

Los intervalos de aceleración calculados al inicio no serán modificados durante la evaluación intermedia. Se mantendrá una intensidad constante durante todo el programa de entrenamiento; a medida que los participantes desarrollen adaptaciones neuromusculares, se progresará con la variante de cada ejercicio para asegurar que los participantes se mantengan dentro del umbral establecido en la evaluación inicial.

Nivel	Puente dorsal	Puente Lateral	Puente frontal	Bird-dog
1				
2				
3				

Figura 2. Variaciones del ejercicio puente dorsal: (1) puente dorsal con apoyo de ambas piernas; (2) puente dorsal con apoyo de una pierna; (3) puente dorsal con apoyo de una pierna sobre bola hemisférica; **Variaciones del ejercicio puente lateral: (1) puente lateral con apoyo corto de ambas piernas; (2) puente lateral con apoyo corto de una pierna; (3) puente lateral con apoyo largo de ambas piernas; **Variaciones del ejercicio puente frontal: (1) puente frontal con apoyo corto de ambas piernas y brazos sobre bola hemisférica; (2) puente frontal con apoyo largo de ambas piernas; (3) puente frontal con apoyo largo de una pierna; **Variaciones del ejercicio bird-dog: (1) posición bird-dog de 3 extremidades; (2) posición bird-dog de 2 extremidades; (3) posición bird-dog de 2 extremidades con el antepié de la pierna de apoyo elevado.

Programa de ejercicio de fuerza general (GE2)

El programa de este grupo se centrará en el trabajo de fuerza mediante el uso de máquinas de musculación guiadas con apoyo pasivo externo, con el objetivo de que las demandas estabilizadoras de tronco sean mínimas. La parte principal se estructurará en volúmenes de 3 series de 12 repeticiones (2-0-2) para un total de 4 ejercicios en posición de sedestación: prensa de piernas horizontal, extensión de cuádriceps, press de pecho sentado y remo sentado en máquina con apoyo pectoral (Figura 3). La sesión se organizará agrupando a los 8 participantes en 4 parejas: de este modo, mientras un sujeto ejecuta su serie, su compañero actúa como observador pasivo, cumpliendo los 2 minutos de descanso. Al igual que en el programa de tronco habrá 1 entrenador cada 4 participantes, y este se mantendrá fijo durante toda la intervención.

La intensidad de la parte principal será submáxima y se cuantificará combinando el cálculo de la repetición máxima estimada (e1RM) y la percepción subjetiva del esfuerzo mediante la OMNI-RES. Los ejercicios se realizarán al 60% del e1RM durante todo el programa, el equivalente a un RPE de 6 ("algo difícil") en la escala OMNI-RES.

Para establecer la carga de entrenamiento de forma objetiva, se pautará una valoración del e1RM mediante el método de repeticiones hasta la fatiga. Siguiendo el protocolo utilizado por Barbado et al. (2025) en máquinas de fuerza guiadas, los participantes realizarán una única serie entre 3 y 8 repeticiones máximas, manteniendo el rango de movimiento completo, hasta

alcanzar la fatiga muscular voluntaria. Con esto, se calculará el e1RM a través de la ecuación de Brzycki, aplicando el 60% resultante a la carga de trabajo.

De forma complementaria se usará, como se ha mencionado previamente la OMNI-RES, una herramienta visual y verbal validada para su uso en población geriátrica (Colado et al., 2018). En este estudio se usará específicamente la percepción de cuerpo completo (OB - Overall body), (Colado et al., 2018), la cual permite capturar la sensación global de esfuerzo físico del participante durante la ejecución en máquinas de resistencia. Esta escala presenta un formato visual que incluye un rango numérico de 0 a 10, acompañado de descriptores verbales intermedios y viñetas ilustrativas: 0 representa un esfuerzo "extremadamente fácil", 2 se define como "fácil", 4 se sitúa como "algo fácil", 6 corresponde a "algo difícil", 8 es un esfuerzo "difícil" y el 10 representa el esfuerzo "extremadamente difícil". La OMNI-RES se aplicará de forma individualizada, el entrenador se acercará al participante inmediatamente al finalizar la serie y le mostrará una lámina impresa con la escala visual y formulará la misma pregunta en todos los casos: *"Mirando esta escala, ¿cómo de duro ha sido el ejercicio?"*. Con el objetivo de no condicionar la respuesta ni la percepción del resto de participantes, el sujeto indicará su valor señalando el valor numérico con el dedo y manteniendo silencio en todo momento. Para su correcta aplicación, durante la primera semana este grupo realizará un proceso de familiarización donde los participantes aprenderán a asociar los valores de 0 a 10. El valor 0 se fijará físicamente mediante una ejecución con resistencia mínima. Por el contrario, para fijar el valor 10 se aprovechará la prueba del e1RM. Al consistir esta prueba en realizar el mayor número de repeticiones posibles hasta alcanzar la fatiga (entre 3 y 8 RM), se les indicará a los participantes al terminar la serie que la sensación de agotamiento muscular máximo que tienen representa el 10 de la escala OMNI-RES.

La progresión de la carga externa se realizará mediante la modificación de kilogramos absolutos, ajustándose a los incrementos mínimos disponibles que permitan las máquinas (ya sea mediante la adición de discos de 2,5 kg o el salto de peso en máquinas de placas). Para garantizar que los valores de e1RM se mantengan actualizados y que la intensidad relativa del 60% sea precisa durante toda la intervención, se llevará a cabo una reevaluación de la e1RM mediante el mismo protocolo de repeticiones hasta la fatiga (3-8 RM) en la semana 11, evitando así interferir con la evaluación intermedia de la semana 12. Para ajustar la carga en función de la respuesta obtenida y mantener la intensidad establecida se aplicarán los siguientes criterios: si el participante completa las 12 repeticiones con un RPE inferior a 6 el instructor aumentará el peso, si el participante no alcanza las 12 repeticiones o reporta un esfuerzo superior a 6 se disminuirá la carga y si el sujeto alcanza las 12 repeticiones y su percepción coincide con un RPE 6 la carga se mantendrá.

Número	Ejercicio	Inicio	Fin
1	Prensa de piernas horizontal		
2	Extensión de cuádriceps		
3	Press de pecho sentado		
4	Remo sentado con apoyo pectoral		

Figura 3. Descripción de los ejercicios de fuerza: (1) prensa de piernas horizontal; (2) extensión de cuádriceps; (3) press de pecho sentado; (4) remo sentado en máquina con apoyo pectoral.

EVALUACIÓN

Dentro de las 20 semanas de duración del estudio, la primera semana se usará para familiarizar a los participantes con los test y protocolos de evaluación para reducir el posible efecto aprendizaje. Posteriormente, se realizarán tres periodos de evaluación durante el estudio: la valoración inicial en la segunda semana, una evaluación intermedia en la semana 12 y la evaluación final tras la intervención en la semana 20, aplicando en todas ellas el mismo procedimiento.

Las sesiones de valoración tendrán una duración aproximada de 45 a 60 minutos y estarán separadas por un periodo de recuperación de 72 horas. Al comenzar cada sesión llevarán a cabo un calentamiento específico orientado a las características de la sesión. Por un lado, la sesión 1 estará dedicada a evaluar las variables principales: intensidad del dolor, discapacidad percibida y calidad de vida. Además, se registrarán los valores de aceleración lumbopélvica registrados durante los ejercicios de estabilidad del tronco a través de la aplicación CoreMaker. Por otro lado, la sesión 2 se destinará a la evaluación de la fuerza-resistencia de los miembros superiores y de la musculatura del tronco (flexora y extensora), así como de la fuerza-resistencia y la potencia de los miembros inferiores.

- Calentamiento sesión 1:
 - 5 minutos de caminata moderada (RPE 4)
 - Cat-camel (10 repeticiones).
 - Protracción y retracción escapular (10 repeticiones).
 - Retroversión-anteversión de pelvis (10 repeticiones).

- 1 repetición de 5 segundos de cada uno de los ejercicios de estabilidad del tronco que se evaluarán (puente dorsal, puente frontal, puente lateral y bird-dog) y sus respectivas variantes.
- Calentamiento sesión 2:
 - 5 minutos de caminata moderada (RPE 4)
 - Circunducciones de hombro (10 repeticiones)
 - Levantarse de la silla (5 repeticiones)
 - Flexo-extensión de rodilla en sedestación (10 repeticiones)
 - *Bird-Dog* (10 repeticiones)

En todas las pruebas de evaluación, si el dolor lumbar del participante se incrementa e impide continuar la ejecución, se detendrá el test, registrándose la marca alcanzada y anotando el dolor como causa de finalización.

Dolor

La intensidad del dolor se evaluará mediante la Escala de Calificación Numérica, la cual utiliza un rango de 0 (“ausencia de dolor”) a 10 (“peor dolor imaginable”) puntos, pero priorizando su versión verbal. La literatura actual señala que esta modalidad minimiza los errores de medición llegando a un 2,2 %, y su uso no se ve afectado por la edad, nivel educativo o función cognitiva (Nimmaanrat et al., 2024). Varias revisiones sistemáticas avalan que administrar esta versión verbal elimina barreras visuales y lectoras que presenta la población de edad avanzada (Karcioglu et al., 2018; Hjermstad et al., 2011).

Discapacidad

La discapacidad funcional se evaluará con la versión adaptada de 16 ítems del cuestionario de Roland-Morris (RMDQ-16) (Takara et al., 2022). El RMDQ-16 es un instrumento que evalúa la discapacidad percibida en la población geriátrica con dolor lumbar crónico inespecífico (Huang et al., 2025). Este cuestionario está compuesto por 16 preguntas de respuesta “Sí/No” relacionadas con la limitación funcional de la persona en su vida diaria a causa del dolor lumbar. Las respuestas van desde 0 puntos hasta 16 puntos, donde 0 es ausencia de discapacidad y 16 representa el nivel máximo de discapacidad funcional posible.

Calidad de vida

Para medir la calidad de vida relacionada con la salud se dará uso del *Short Form 12 Health Survey* (SF-12), un cuestionario que consiste en una adaptación reducida del cuestionario SF-36 (Ware et al., 1996). El SF-12 está compuesto de 8 dimensiones de bienestar psicofísico (función física, rol físico, dolor, salud general, vitalidad, función social, rol emocional y salud mental) y agrupa sus resultados en dos índices globales: el componente sumario físico y el componente sumario mental. Estos se integran en una puntuación final que oscila entre 0 y 100 puntos, donde los valores más altos indican una mejor calidad de vida percibida.

Estabilidad de tronco

Para la evaluación de la estabilidad del tronco, se aplicará el protocolo implementado por De Los Ríos-Calonge et al. (2026). La medición se llevará a cabo fijando un *smartphone* sobre el sacro del participante (a nivel de L5-S1) mediante un cinturón elástico, utilizando el acelerómetro integrado en el dispositivo. A través de la aplicación *CoreMaker*, se registrarán las aceleraciones de la zona lumbopélvica, cuantificando la aceleración media resultante en sus tres ejes de movimiento (mediolateral, vertical y anteroposterior).

La evaluación consistirá en adoptar las 4 posiciones isométricas del programa de estabilidad de tronco, llevándose a cabo las 3 variantes de los ejercicios de menor a mayor dificultad (Figura 2). Los participantes ejecutarán los 4 ejercicios en orden aleatorizado para anular el sesgo de fatiga:

Los participantes deberán mantener la posición de cada ejercicio durante 15 segundos, con un descanso de 30 segundos por repetición y 2 minutos de recuperación entre ejercicios y en las pruebas unilaterales el apoyo principal será el de la pierna dominante para minimizar la variabilidad intraindividual, se realizarán tres ensayos de cada ejercicio y se empleará en el análisis estadístico la media de los dos resultados más similares. Cada intento finalizará al completar los 15 segundos de la prueba. No obstante, la ejecución se detendrá de forma anticipada en caso de que el participante experimente incremento del dolor lumbar que le impida continuar, o no logre mantener la tarea los 15 segundos, manteniendo los criterios de calidad de movimiento de Heredia-Elvar et al. (2021). El ejercicio se detendrá si se observa una pérdida de alineación neutra del raquis y la pelvis, la imposibilidad de adoptar la posición inicial, la aparición de rotaciones compensatorias de la cadera, o una incapacidad manifiesta para estabilizar los segmentos cabeza, tronco y extremidades, de forma coordinada.

Previo al registro, se proporcionarán instrucciones estandarizadas a los participantes: mantener la columna en posición neutra, conservando la alineación cervico-dorso-lumbar y evitar cualquier tipo de rotación o inclinación compensatoria de la cadera.

Fuerza resistencia y potencia

Para medir el rendimiento de estas variables se realizarán diferentes pruebas validadas para evaluar la fuerza resistencia de las extremidades inferiores y superiores, así como la de los flexores y extensores de tronco. Asimismo, también se evaluará la potencia en el caso de las extremidades inferiores.

- **Extensores del tronco:** para valorar la resistencia de la musculatura encargada de la función de extensión del tronco se utilizará el test de *Biering-Sørensen* (Biering-Sørensen, 1984). Los participantes se colocarán en decúbito prono sobre la camilla, alineando las espinas ilíacas anterosuperiores con el borde, permitiendo que el tronco quede suspendido en el aire. Las extremidades inferiores se fijarán a la camilla mediante cinchas en la cadera, rodillas y tobillos. Los brazos estarán en cruz delante del pecho y en contacto con los hombros de su lado opuesto. La prueba consistirá en mantener el tronco alineado en posición horizontal el mayor tiempo posible hasta que los participantes no sean capaces de mantener el tronco horizontal debido a fatiga o dolor y se dará por finalizado el test y se anotará en segundos el tiempo que ha realizado. Se realizará un único intento el cual constituirá el resultado final.
- **Flexores del tronco:** para valorar la resistencia de los flexores del tronco, el test elegido es el *Flexor endurance test* siguiendo el protocolo de Ito et al. (1996), el cual cuenta con evidencia sobre su fiabilidad en personas con dolor lumbar según Denteneer et al. (2018). Los participantes se colocarán en posición de decúbito supino sobre una camilla. Desde esta posición inicial, el sujeto flexionará ambas piernas de forma simultánea hasta alcanzar y mantener una flexión de 90 grados tanto en la articulación de la cadera como en la de la rodilla. A continuación, realizará una flexión de tronco de aproximadamente 30°, lo suficiente para separar la cabeza y las escápulas de la camilla, manteniendo la columna cervical en posición neutra. El objetivo de la prueba consiste en mantener la posición descrita el mayor tiempo posible mediante una contracción isométrica. El tiempo se detendrá dando por finalizada la prueba si el sujeto alcanza el tiempo máximo de 5 minutos, si pierde la capacidad de mantener el tronco flexionado con la alineación neutra de la columna cervical, se produce un incremento del dolor en la región lumbar, o aparece dolor en la zona cervical o cualquier otra zona del cuerpo y se anotará en segundos el tiempo realizado. Al igual que en el anterior test se realizará un único intento siendo este el resultado definitivo.

- **Musculatura del tren superior:** para valorar la fuerza de los miembros superiores se utilizará el Arm Curl Test (Rikli & Jones, 1999), el cual se enfoca en evaluar la fuerza de los flexores de codo. En este test, la posición inicial consiste en sentarse en una silla sin reposabrazos, con la columna en posición neutra, y los pies apoyados completamente en el suelo. Una vez alcanzada la postura inicial los participantes deberán realizar una flexión de codo, con el brazo dominante, con la mancuerna que les corresponda (2,3 kg en mujeres y 3,6 kg en hombres) desde una extensión completa del codo donde el brazo quede perpendicular al suelo. Tendrán que realizar este movimiento el mayor número de veces posible durante 30 segundos y luego se anotarán las repeticiones válidas. Se realizarán dos intentos asegurando 5 minutos de descanso entre ellos para lograr una recuperación completa, registrándose como resultado el promedio.

- **Musculatura del tren inferior:** para valorar la fuerza de los miembros inferiores se utilizarán dos pruebas complementarias entre sí: el *Five Times Sit-to-stand* (5STS) (Guralnik et al., 1994) y el *30s Chair Stand Test* (Rikli & Jones, 1999). El primer test está dirigido a evaluar la potencia mientras que el segundo evalúa la fuerza-resistencia de los miembros inferiores. En cuanto al protocolo de ejecución para ambas pruebas, el participante comenzará sentado en el centro de una silla apoyada contra la pared, con la columna neutra, los pies apoyados en el suelo y los brazos cruzados en el pecho. A la señal del evaluador, deberá realizar una extensión completa de las articulaciones de la cadera y la rodilla hasta alcanzar una bipedestación completa, y volver a sentarse inmediatamente. En la prueba del 5STS, el participante deberá completar 5 repeticiones consecutivas a la máxima velocidad posible y se registrará el tiempo que haya tardado en segundos. Por otro lado, en el 30s Chair Stand Test realizará el mayor número de repeticiones a un ritmo constante y seguro durante un periodo de 30 segundos, registrándose el número total de repeticiones válidas. Para considerar una repetición válida, el participante deberá alcanzar la bipedestación completa y regresar a la posición de sedestación inicial manteniendo los brazos cruzados sobre el pecho. En el caso específico de que se encuentre a más de la mitad del recorrido hacia la bipedestación cuando se haya acabado el tiempo, contabilizará como repetición completa (Rikli & Jones, 1999). Al igual que en el anterior test, se realizarán dos intentos asegurando 5 minutos de descanso entre ellos para lograr una recuperación completa, registrándose como resultado el promedio.

DISCUSIÓN

El ejercicio físico se ha posicionado como el enfoque en primera línea, demostrando beneficios frente a abordajes únicamente farmacológicos (Soares Fonseca et al., 2023; Fritz et al., 2021; Santos et al., 2020). Entre los diferentes tipos de intervenciones de ejercicio físico destacan los programas multicomponentes para el abordaje de esta patología musculoesquelética (Aliyu et al., 2023; Soares Fonseca et al., 2023; Santos et al., 2024). Sin embargo, la heterogeneidad de la literatura actual dificulta conocer la contribución específica de cada cualidad física (Soares Fonseca et al., 2023; Ishak et al., 2016; Vadalà et al., 2020). Además, la mayoría de los estudios reportan únicamente la mejora de variables clínicas, por lo que existe un vacío en la evaluación de variables de condición física que permitan comprender cómo dichas adaptaciones afectan a la sintomatología del dolor y la discapacidad percibida (Liu et al., 2023; Vadalà et al., 2020; Zhang et al., 2023). El presente Trabajo Final de Grado se ha planteado para solventar dichas limitaciones en población geriátrica, comparando un programa específico de estabilidad de tronco (GE1) frente a un programa de fuerza con baja demanda estabilizadora (GE2).

Con respecto a las variables principales, se plantea como hipótesis que ambas intervenciones producirán mejoras en la intensidad del dolor, la discapacidad percibida y la calidad de vida respecto a los valores iniciales frente al grupo control, ya que tanto el entrenamiento de fuerza como de estabilidad de tronco han mostrado efectos beneficiosos en el abordaje del DLCI en adultos mayores (Fritz et al., 2021; Ishak et al., 2016; Kuzu et al., 2025; Zahari et al., 2023; Zhang et al., 2023). Distintos estudios han observado mejoras en el dolor, discapacidad y calidad de vida tras intervenciones basadas tanto en fuerza general como en estabilidad de tronco, aunque los resultados no coinciden en todos. Algunos estudios sugieren que un programa centrado en el tronco podría aportar mayores mejoras en la percepción de dolor (Vadalà et al., 2020) mientras que otros señalan que la diferencia no sería significativa frente a un programa de fuerza general en el adulto mayor (Fritz et al., 2021; Ishak et al., 2016). En población más joven sí que hay una tendencia mayor donde los programas basados en el tronco reducen en mayor medida el dolor (Gordon & Bloxham, 2016; Nwodo et al., 2022; Singh & Goel, 2024), sin embargo, no es posible extrapolar los resultados de una población a otra debido a las diferencias que existen como consecuencia del envejecimiento. En cuanto a la discapacidad existen tantos artículos que respaldan una mayor mejoría con un programa de fuerza general (Ishak et al., 2016; Vadalà et al., 2020), a la vez que respaldan una mayor mejoría en un programa basado en ejercicio del tronco (Fritz et al., 2021). Por ello, ya que la evidencia actual no permite establecer una superioridad concluyente, se plantea que ambas intervenciones serán eficaces.

En cuanto a las variables secundarias, se espera que generen adaptaciones específicas acorde a los estímulos aplicados en cada grupo. Se hipotetiza que GE1 podría presentar mayores mejoras en las pruebas de estabilidad de tronco y fuerza de los flexores y extensores del tronco mientras que el grupo GE2 podría mostrar mayores incrementos en las pruebas destinadas a evaluar la fuerza resistencia y potencia de los miembros superiores e inferiores. Esta hipótesis se fundamenta en que el programa de entrenamiento de GE1 está orientado al trabajo de control motor y activación del tronco, mientras que el programa de GE2 está enfocado en el desarrollo de la fuerza de los grandes músculos del tren superior e inferior.

Las limitaciones del estudio incluyen la falta de evaluación de variables psicosociales como la kinesofobia durante los periodos de evaluación, ya que podrían influir en la percepción del dolor y la discapacidad. Además, cabe señalar que el grupo GE2 incluye en su monitorización de la carga la escala de percepción OMNI-RES, una variable subjetiva, aunque complementaria a la e1RM. Por último, los valores de referencia de acelerometría instrumentalizada mediante dispositivos móviles requiere de mayor investigación en la población adulta mayor, para lograr

establecer valores de referencia normativos que permitan objetivar mejor la intensidad de los ejercicios de estabilidad del tronco.



BIBLIOGRAFÍA

- Aliyu, K. (2022). Use of Aerobic Exercise as an Adjunct to Conventional Therapy in the Management of an Older Adult with Chronic Low Back Pain in Nigeria: A Case Report. *TEXILA INTERNATIONAL JOURNAL OF PUBLIC HEALTH*, 298-306. <https://doi.org/10.21522/TIJPH.2013.10.04.Art025>
- Barbado, D., Irlés-Vidal, B., Prat-Luri, A., García-Vaquero, M. P., & Vera-Garcia, F. J. (2018). Training intensity quantification of core stability exercises based on a smartphone accelerometer. *PloS One*, 13(12), e0208262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208262>
- Barbado, D., Prat-Luri, A., Sabido, R., Gómez-Illán, R., Carpena, C., Valero-Conesa, G., Sempere, Á. P., & Vera-Garcia, F. J. (2025). Reliability of the Repetition-to-Fatigue Method for Estimating 1-Repetition Maximum in Unilateral Strength Exercises and Its Relationship With Gait Tests in People With Multiple Sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 106(7), 1014-1020. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2024.12.005>
- Biering-Sørensen, F. (1984). Physical Measurements as Risk Indicators for Low-Back Trouble Over a One-Year Period. *Spine*, 9(2), 106.
- Carvalho do Nascimento, P. R., Ferreira, M. L., Poitras, S., & Bilodeau, M. (2019). Exclusion of Older Adults from Ongoing Clinical Trials on Low Back Pain: A Review of the WHO Trial Registry Database. *Journal of the American Geriatrics Society*, 67(3), 603-608. <https://doi.org/10.1111/jgs.15684>
- Colado, J. C., Pedrosa, F. M., Juesas, A., Gargallo, P., Carrasco, J. J., Flandez, J., Chupel, M. U., Teixeira, A. M., & Naclerio, F. (2018). Concurrent validation of the OMNI-Resistance Exercise Scale of perceived exertion with elastic bands in the elderly. *Experimental Gerontology*, 103, 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.12.009>
- Denteneer, L., Van Daele, U., Truijen, S., De Hertogh, W., Meirte, J., & Stassijns, G. (2018). Reliability of physical functioning tests in patients with low back pain: A systematic review. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 18(1), 190-207. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.08.257>
- Dimitrijević, V., Rašković, B., Jevtić, N., Nikolić, S., Viduka, D., & Obradović, B. (2025). Pain and Disability Therapy with Stabilization Exercises in Patients with Chronic Low Back Pain: A Meta-Analysis. *Healthcare*, 13(9), 960. <https://doi.org/10.3390/healthcare13090960>
- Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2019-2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
- Fritz, N., Gene-Morales, J., Saez-Berlanga, A., Juesas, A., Flández, J., & Colado, J. C. (2021). Resistance training for chronic low back pain in the elderly: A systematic review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(Proc3), S1519–S1535. <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.16.Proc3.66>
- Goode, A. P., Taylor, S. S., Hastings, S. N., Stanwyck, C., Coffman, C. J., & Allen, K. D. (2018). Effects of a Home-Based Telephone-Supported Physical Activity Program for Older Adult Veterans With Chronic Low Back Pain. *Physical Therapy*, 98(5), 369-380. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzy026>
- Gordon, R., & Bloxham, S. (2016). A Systematic Review of the Effects of Exercise and Physical Activity on Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Healthcare*, 4, 22. <https://doi.org/10.3390/healthcare4020022>

- Guralnik, J., Simonsick, E., Glynn, R., Berkman, L., Blazer, D., Scherr, P., & Wallace, R. (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, M85-94. <https://doi.org/10.1093/geronj/49.2.M85>
- Heredia-Elvar, J. R., Juan-Recio, C., Prat-Luri, A., Barbado, D., & Vera-Garcia, F. J. (2021). Observational Screening Guidelines and Smartphone Accelerometer Thresholds to Establish the Intensity of Some of the Most Popular Core Stability Exercises. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.751569>
- Hicks, G. E., Sions, J. M., Velasco, T. O., & Manal, T. J. (2016). Trunk Muscle Training Augmented With Neuromuscular Electrical Stimulation Appears to Improve Function in Older Adults With Chronic Low Back Pain: A Randomized Preliminary Trial. *The Clinical Journal of Pain*, 32(10), 898. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000348>
- Hjermstad, M. J., Fayers, P. M., Haugen, D. F., Caraceni, A., Hanks, G. W., Loge, J. H., Fainsinger, R., Aass, N., & Kaasa, S. (2011). Studies Comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for Assessment of Pain Intensity in Adults: A Systematic Literature Review. *Journal of Pain and Symptom Management*, 41(6), 1073-1093. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2010.08.016>
- Huang, F. F., Liang, J., Lin, C.-Y., Samartzis, D., Karppinen, J., Zheng, Y., Zhou, Z., Zheng, D. K. Y., Chang, J. R., de Luca, K., & Wong, A. Y. L. (2025). Measurement properties of self-reported outcome measures for older adults with nonspecific low back pain: A systematic review. *Age and Ageing*, 54(3), afaf045. <https://doi.org/10.1093/ageing/afaf045>
- Instituto Nacional de Estadística. (2024). *Encuesta de Salud de España (ESdE). Año 2023*. <https://ine.es/dyngs/Prensa/ESdE2023.htm>
- Ishak, N. A., Zahari, Z., & Justine, M. (2016). Effectiveness of Strengthening Exercises for the Elderly with Low Back Pain to Improve Symptoms and Functions: A Systematic Review. *Scientifica*, 2016(1), 3230427. <https://doi.org/10.1155/2016/3230427>
- Ito, T., Shirado, O., Suzuki, H., Takahashi, M., Kaneda, K., & Strax, T. E. (1996). Lumbar trunk muscle endurance testing: An inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77(1), 75-79. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(96\)90224-5](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(96)90224-5)
- Izquierdo, M., de Souto Barreto, P., Arai, H., Bischoff-Ferrari, H. A., Cadore, E. L., Cesari, M., Chen, L.-K., Coen, P. M., Courneya, K. S., Duque, G., Ferrucci, L., Fielding, R. A., García-Hermoso, A., Gutiérrez-Robledo, L. M., Harridge, S. D. R., Kirk, B., Kritchevsky, S., Landi, F., Lazarus, N., ... Fiatarone Singh, M. A. (2025). Global consensus on optimal exercise recommendations for enhancing healthy longevity in older adults (ICFSR). *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 29(1), 100401. <https://doi.org/10.1016/j.jnha.2024.100401>
- Karcioglu, O., Topacoglu, H., Dikme, O., & Dikme, O. (2018). A systematic review of the pain scales in adults: Which to use? *The American Journal of Emergency Medicine*, 36(4), 707-714. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.01.008>
- Kuzu, Ş., Canli, M., Valamur, İ., Özüdoğru, A., Alkan, H., & Hartavi, A. (2025). Effects of aerobic exercise in addition to core stabilization exercises on functional capacity, physical performance and fall risk in geriatric individuals with chronic non-specific low back pain. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 218. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01271-7>

- Lavín-Pérez, A. M., León-Llamas, J. L., Salas Costilla, F. J., Collado-Mateo, D., López de las Heras, R., Gasque Celma, P., & Villafaina, S. (2023). Validity of On-Line Supervised Fitness Tests in People with Low Back Pain. *Healthcare*, 11(7), 1019. <https://doi.org/10.3390/healthcare11071019>
- Liu, J. Q. J., Mak, Y. W., Tang, A. L. Y., Kwan, C., Zoubi, F. A., Wong, T. K. T., Tsang, G. S. H., Kwong, H. C. W., Lai, S. W. T., Sze, S. P. S., Hui, K. T. K., Cheung, C. K. C., Samartzis, D., Chow, K. K. S., & Wong, A. Y. L. (2025). Effects of acceptance and commitment therapy plus exercise for older adults with chronic low back pain: A preliminary cluster randomized controlled trial with qualitative interviews. *The Journal of Pain*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2025.105350>
- Marini, M., Bendinelli, B., Assedi, M., Occhini, D., Castaldo, M., Fabiano, J., Petranelli, M., Migliolo, M., Monaci, M., & Masala, G. (2017). Low back pain in healthy postmenopausal women and the effect of physical activity: A secondary analysis in a randomized trial. *PLOS ONE*, 12(5), e0177370. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177370>
- Nimmaanrat, S., Thepsuwan, A., Tipchatyotin, S., & Jensen, M. P. (2024). Measuring pain intensity in older patients: A comparison of five scales. *BMC Geriatrics*, 24(1), 556. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-05127-6>
- Nwodo, O. D., Ibikunle, P. O., Ogbonna, N. L., Ani, K. U., Okonkwo, A. C., Eze, C. J., Onwudiwe, C. U., Ezeja, G. U., & Maduanusi, I. A. (2022). Review of core stability exercise versus conventional exercise in the management of chronic low back pain. *African Health Sciences*, 22(4), 148-167. <https://doi.org/10.4314/ahs.v22i4.19>
- Ozsoy, G., Ilcin, N., Ozsoy, I., Gurpinar, B., Buyukturan, O., Buyukturan, B., Kararti, C., & Sas, S. (2019). The effects of myofascial release technique combined with core stabilization exercise in elderly with non-specific low back pain: A randomized controlled, single-blind study. *Clinical Interventions in Aging*, 14, 1729–1740. <https://doi.org/10.2147/CIA.S223557>
- Paeck, T., Ferreira, M. L., Sun, C., Lin, C.-W. C., Tiedemann, A., & Maher, C. G. (2014). Are Older Adults Missing From Low Back Pain Clinical Trials? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arthritis Care & Research*, 66(8), 1220-1226. <https://doi.org/10.1002/acr.22261>
- Park, K. H., & Song, M. R. (2021). Comparative Analysis of Pain, Muscle Strength, Disability, and Quality of Life in Middle-Aged and Older Adults After Web Video Lower Back Exercise. *Computers, Informatics, Nursing*, 40(3), 170-177. <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000801>
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and Validation of a Functional Fitness Test for Community-Residing Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7(2), 129-161. <https://doi.org/10.1123/japa.7.2.129>
- Ríos-Calonge, J. D. L., Juan-Recio, C., Prat-Luri, A., Miralles-Iborra, A., Elvira, J. L., Barbado, D., & Vera-García, F. J. (2026). Smartphone-Based Field Assessment of Trunk Stability and Its Relationship With Whole-Body Balance in Older Adults: Cross-Sectional Study. *JMIR Aging*, 9(1), e83546. <https://doi.org/10.2196/83546>
- Rodríguez-Martínez, A., Robles, Y. M. de la F., & Cano, M. del C. M. (2023). A Systematic Review of the Current Status of Research on the Quality of Life and Well-Being of Institutionalized Older Adults in Spain. *International and Multidisciplinary Journal of Social Sciences*, 12(1), 1-39. <https://doi.org/10.17583/rimcis.11156>
- Rossetti, E. S., Campos, M. M. de Souza, É. N., Avila, M. A., Gramani-Say, K., & Hortense, P. (2023). Educação em neurociência da dor e Pilates para idosos com dor lombar crônica: Ensaio

- clínico controlado randomizado. *Acta Paul Enferm*, 36. <https://doi.org/10.37689/actaape/2023AO005732>
- Saki, F., & Ziya, M. (2025). Effects of integrating Feldenkrais method with dynamic neuromuscular stabilization exercises on clinical outcomes in older women with nonspecific chronic low back pain: A randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 25(1), 573. <https://doi.org/10.1186/s12877-025-06219-7>
- Santos, A. E. do N., Nunes, A. C. L., Pereira, L. S. M., Ferreira, M. L., Ferreira, P. H., Macedo, L. G., & de Jesus-Moraleida, F. R. (2024). Physical Activity Supported by Low-Cost Mobile Technology for Back Pain (PAT-Back) to Reduce Disability in Older Adults: Results of a Feasibility Study. *Physical Therapy*, 104(2), pzad153. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzad153>
- Santos, C., Donoso, R., Ganga, M., Eugenin, O., Lira, F., & Santelices, J. P. (2020). DOLOR LUMBAR: REVISIÓN Y EVIDENCIA DE TRATAMIENTO. *Revista Médica Clínica Las Condes, Tema central: Columna*, 31(5), 387-395. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2020.03.008>
- Singh, V., & Goel, D. (2024). Effectiveness of various physical and psycho-behavioral interventions for patients of chronic nonspecific low back pain: An evidence-based narrative review. *Physiotherapy - The Journal of Indian Association of Physiotherapists*, 18(2), 115. https://doi.org/10.4103/pjiap.pjiap_121_24
- Soares Fonseca, L., Pereira Silva, J., Bastos Souza, M., Gabrich Moraes Campos, M., de Oliveira Mascarenhas, R., de Jesus Silva, H., Souza Máximo Pereira, L., Xavier Oliveira, M., & Cunha Oliveira, V. (2023). Effectiveness of pharmacological and non-pharmacological therapy on pain intensity and disability in older people with chronic nonspecific low back pain: A systematic review with meta-analysis. *European Spine Journal*, 32(9), 3245-3271. <https://doi.org/10.1007/s00586-023-07857-4>
- Takara, K. S., Alamino Pereira de Viveiro, L., Moura, P. A., Marques Pasqual, A., & Pompeu, J. E. (2023). Roland-Morris disability questionnaire is bidimensional and has 16 items when applied to community-dwelling older adults with low back pain. *Disability and Rehabilitation*, 45(15), 2526-2532. <https://doi.org/10.1080/09638288.2022.2096127>
- Teut, M., Knilli, J., Daus, D., Roll, S., & Witt, C. M. (2016). Qigong or Yoga Versus No Intervention in Older Adults With Chronic Low Back Pain—A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Pain*, 17(7), 796-805. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2016.03.003>
- Vadalà, G., Russo, F., De Salvatore, S., Cortina, G., Albo, E., Papalia, R., & Denaro, V. (2020). Physical Activity for the Treatment of Chronic Low Back Pain in Elderly Patients: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 9(4), 1023. <https://doi.org/10.3390/jcm9041023>
- Ware, J., Kosinski, M., & Keller, S. (1996). A 12-Item Short-Form Health Survey: Construction of Scales and Preliminary Tests of Reliability and Validity. *Medical care*, 34, 220-233. <https://doi.org/10.2307/3766749>
- Zahari, Z., Azan, S., & Ahmad Imran, N. F. (2023). Effectiveness of Lumbar Stabilization Exercise on Pain, Disability and Functional Performance among Older People with Low Back Pain: A Systematic Review. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 19, 307-314. <https://doi.org/10.47836/mjmhs.19.4.43>
- Zhang, S., Gu, M., Zhang, T., Xu, H., Mao, S., & Zhou, W. (2023). Effects of exercise therapy on disability, mobility, and quality of life in the elderly with chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1), 513. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-03988-y>