




VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

 Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE UN ANALGÉSICO DE MENTOL PREVIO AL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA MUSCULAR SOBRE PARÁMETROS DE DOLOR Y CAPACIDAD FUNCIONAL DE MUJERES MAYORES CON SÍNDROME DE DOLOR LUMBAR CRÓNICO

TESIS DOCTORAL

Presentada por:
D.^a Nicole Beatriz Fritz Silva

Dirigida por:
Dr. D. Juan Carlos Colado Sánchez

Valencia, Enero 2021



Universitat de València

Facultat de Ciències de la Activitat Física i l'Esport

Programa de Doctorat en Activitat Física i Esport



***EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE UN ANALGÉSICO DE
MENTOL PREVIO AL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA
MUSCULAR SOBRE PARÁMETROS DE DOLOR Y CAPACIDAD
FUNCIONAL DE MUJERES MAYORES CON SÍNDROME DE
DOLOR LUMBAR CRÓNICO***

**TESIS DOCTORAL
“DOCTORADO INTERNACIONAL”**

Presentada por:

D.^a Nicole Beatriz Fritz Silva

Dirigida por:

Dr. D. Juan Carlos Colado Sánchez

Valencia, Enero 2021


Dr. D. Juan Carlos Colado Sánchez, Profesor Titular de la Universitat de València, adscrito al Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Valencia.

CERTIFICA:

Que el presente trabajo, titulado “**Efectos de la aplicación de un analgésico de mentol previo al entrenamiento de la fuerza muscular sobre parámetros de dolor y capacidad funcional de mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico**” ha sido realizado bajo su dirección en el Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Valencia por D.^a Nicole Beatriz Fritz Silva, para optar al grado de Doctor con “Mención Internacional”.

Habiéndose concluido, y reuniendo a su juicio las condiciones de originalidad y rigor científico necesarias, autorizan su presentación a fin de que pueda ser defendido ante el tribunal correspondiente.

Y para que así conste, expide y firma la presente certificación en Valencia, a 22 de Diciembre de 2020.


Fdo: Juan Carlos Colado Sánchez

AGRADECIMIENTOS DE LA AUTORA

Quiero empezar agradeciendo a todos aquellos que de alguna forma, han hecho posible llevar a cúlmine este trabajo que significa un gran logro personal y un sueño hecho realidad, del que he aprendido ha ser mejor persona y mejor profesional.

- A mi director de tesis Juan Carlos Colado, quién creyó en mí y me alentó a continuar mis estudios de magíster y doctorales fuera de mi país, cuando apenas había egresado como Kinesióloga y quién me ha acompañado todos estos años alentándome a ser mejor día a día; brindándome la posibilidad de colaborar con grandes investigadores y quien es una inspiración en mi vida profesional además de ser un gran amigo. ¡Que vueltas tiene la vida!..lo conocí siendo mi paciente en Chile por el síndrome de dolor lumbar crónico y hoy este es tema con el cual culmino mis estudios doctorales.

- Al Servicio Nacional de Adultos Mayores (SENAMA) Los Ríos y al laboratorio de Análisis del Movimiento Humano de la Universidad Austral de Chile por creer en este proyecto y confiar en mí el préstamo de sus instalaciones.

- A Pía Altamirano y Andrés Bello, kinesiólogos y evaluadores de las personas mayores que participaron en esta tesis de manera totalmente desinteresada y con gran compromiso y profesionalismo.

- A mi pareja, Mauricio Sotomayor quien me ha alentado a que consiga mis objetivos desde que que inicié mis estudios de magíster, siempre creyendo en mis capacidades. Este es un logro por mí, por nosotros y ahora por nuestra familia. Gracias por su alegría, amor y comprensión.

- A mi familia y amigos por su apoyo incondicional y cada una de las palabras de aliento cuando la meta se veía lejana o dejaba de creer en mis capacidades, ahí estuvieron apoyándome en todo momento.

- Por último y no menos importante, a todas las personas mayores que participaron en esta investigación, gracias por su compromiso, sus consejos y el cariño con el que me recibieron día tras día. Esta investigación tuvo pertinencia y sentido gracias a ellos. Es una gran satisfacción que los resultados de esta investigación puedan hacer que más personas mayores recuperen su funcionalidad y las ganas de volverse a mover.

“No importa que tan largo sea el camino, has que cada paso valga la pena”

NOTA:

Hacer un buen uso de un lenguaje no sexista ha guiado la elaboración de esta tesis doctoral, pero con la finalidad de evitar sobrecarga gráfica que supondría en castellano la utilización de ambos sexos, se ha adoptado por la utilización del masculino genérico siempre que ha sido posible, entendiendo que en él están representados hombres y mujeres.





ÍNDICE



INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	- 19 -
ÍNDICE DE FIGURAS	- 21 -
RESUMEN	- 23 -
ABSTRACT	- 27 -
<u>CAPÍTULO I</u>	
1. INTRODUCCIÓN.....	- 33 -
<u>CAPÍTULO II</u>	
2. MARCO TEÓRICO.....	- 41 -
2.1. Síndrome de dolor lumbar crónico y envejecimiento	- 42 -
2.2. Factores que influyen en el desarrollo de dolor lumbar crónico en personas mayores.....	- 46 -
2.2.1. Influencia de los Factores biológicos.....	- 46 -
2.2.2. Influencia de los factores psicológicos.....	- 54 -
2.2.3. Influencia de los factores cognitivos.....	- 57 -
2.2.4. Influencia de los factores sociales.....	- 58 -
2.3. Consecuencias en la capacidad funcional generadas por el síndrome de dolor lumbar en el adulto mayor.....	- 60 -
2.3.1. Consecuencias en la capacidad aeróbica	- 61 -

2.3.2.	Consecuencias en el equilibrio	- 63 -
2.3.3.	Consecuencias en la fuerza muscular	- 64 -
2.3.4.	Consecuencias en la composición corporal	- 68 -
2.4.	Alternativas de tratamiento en el dolor lumbar crónico en personas mayores	- 72 -
2.4.1.	Educación.....	- 73 -
2.4.2.	Fisioterapia.....	- 74 -
2.4.3.	Terapia conductiva-conductual.....	- 77 -
2.4.4.	Farmacoterapia.....	- 78 -
2.4.5.	Cirugía.....	- 80 -
2.4.6.	Tratamientos basados en la prescripción ejercicios.....	- 81 -
2.4.6.1.	Disciplinas de ejercicio cuerpo-mente.....	- 84 -
2.4.6.2.	Alternativas de ejercicio tradicional.....	- 87 -
2.5.	Comparación del efecto de las intervenciones utilizadas en el tratamiento del dolor lumbar crónico en personas mayores.....	- 93 -
2.6.	Entrenamiento de la fuerza con materiales elásticos una alternativa de intervención.....	- 99 -
2.6.1.	Determinantes de la prescripción del ejercicio de fuerza muscular con materiales elásticos.....	- 105 -
2.6.2.	Efecto analgésico del metol en trastornos musculoesqueléticos y su potencial efecto en el dolor lumbar crónico.....	- 111 -

CAPÍTULO III

3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS.....- 117 -

CAPÍTULO IV

4 METODOLOGÍA - 123 -

4.1 Diseño de estudio.....- 123 -

4.2 Participantes- 125 -

4.3 Cálculo de tamaño muestral.....- 126 -

4.4 Test y mediciones.....- 127 -

4.5 Programa de entrenamiento -- 137

4.5.1 Plan de entrenamiento de los grupos de intervención - 139 -

4.5.2 Intervención grupo control- 141 -

4.6 Aleatorización y cegamiento- 142 -

4.7 Análisis estadístico- 143 -

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS.....- 149 -

5.1 Flujo del participante y características basales- 149 -

5.2 Evolución Fase 1 y 2 del entrenamiento de la fuerza muscular con resistencia variable.....- 154 -

5.3	Efecto de la intervención fase 1: 12 semanas.....	- 156 -
5.4	Efectos de la intervención fase 2.....	- 160 -
5.5	Análisis secundarios: relevancia clínica del estudio.....	- 165 -

CAPÍTULO VI

6	DISCUSIÓN.....	- 171 -
6.1	Efecto del entrenamiento de la fuerza muscular con resistencia elástica en personas con dolor lumbar crónico.....	- 172 -
6.2	Efecto analgésico de la aplicación de mentol previo a un programa de entrenamiento de la fuerza muscular con resistencia variable.....	- 182 -
6.3	Efectos de la intervención sobre la composición corporal.....	- 186 -
6.3.1	Adherencia como factor contribuyente en los programas de intervención de personas mayores.....	- 188 -
6.4	Limitaciones del presente estudio	- 190 -

CAPÍTULO VII

7	CONCLUSIONES	- 195 -
7.1	CONCLUSIONS	- 195 -

CAPÍTULO VIII

8	APLICACIONES PRÁCTICAS.....	- 209 -
----------	------------------------------------	----------------

CAPÍTULO IX

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS - 213 -

CAPÍTULO X

10 ANEXOS -255-

CAPÍTULO XI

11 DIFUSIÓN CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN - 261 -

11.1 Publicación en revista científica de la presente investigación.....- 261 -

11.2 Publicación de suplementos asociado a congresos científicos...- 262 -

11.3 Presentación en eventos científicos.....- 263 -

11.4 Otros trabajos científicos y artículos relacionados con aspectos relevantes del método de la presente tesis doctoral.....- 264 -



LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

DLC: dolor lumbar crónico

DMCI: diferencia mínima clínicamente importante

ES: tamaño del efecto

EVA: escala visual análoga

GEM: grupo de entrenamiento + gel mentol

GEP: grupo de entrenamiento + gel placebo

GC: grupo control

IDO: índice de discapacidad de Oswestry

IMC: índice de masa corporal

RPE: percepción de esfuerzo

SENAMA: servicio nacional de adultos mayores

TM6m: test de marcha 6 minutos

TUG: timed up and go



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales recomendaciones para la práctica de ejercicio en personas mayores.	-82-
Tabla 2. Limitaciones y beneficios de los agentes tópicos.....	-112-
Tabla 3. Operacionalización de variables de estudio.....	-126-
Tabla 4. Ejercicios incluidos en el plan de intervención por fase y semana de intervención.....	-138-
Tabla 5. Características basales de la población de estudio asignada a cada grupo.....	-152-
Tabla 6. Medida de normalidad y homogeneidad de la población de estudio al inicio de la investigación.....	-152-
Tabla 7. Efectos de la intervención para dolor, capacidad funcional y composición corporal para la fase 1 (12 semanas).....	-157-
Tabla 8. Efectos de la intervención en la capacidad funcional y dolor para la fase 2 (semanas 12 y 32).....	-161-
Tabla 9. Efectos de la intervención en la composición corporal para la fase 2 (32 semanas).....	-162-



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prevalencia de dolor crónico por zona corporal en adultos mayores...	-34-
Figura 2. Factores que afectan la severidad y/o cronicidad del dolor lumbar en adultos mayores.....	-43-
Figura 3. Fundación y estructura del dolor lumbar geriátrico.....	-44-
Figura 4. La fuerza muscular y el curso de la vida.....	-47-
Figura 5. Sarcopenia y obesidad sarcopénica en adultos mayores con dolor lumbar crónico (CLBP, siglas en inglés) y sin dolor lumbar crónico (nCLBP).....	-48-
Figura 6. Fracciones grasas de los músculos de la columna.....	-50-
Figura 7. A. Reducción de la masa muscular de tronco asociado a la edad. B. Reducción de la masa muscular del tronco e índice de discapacidad IDO.....	-52-
Figura 8. Modelo de cambios relacionados con la edad en las funciones excitadoras e inhibitoras en el procesamiento del dolor.....	-53-
Figura 9. Modelo de evitación del miedo.....	-55-
Figura 10. Capacidad funcional de la musculatura de tronco en personas mayores con y sin DLC.....	-67-
Figura 11. Ejemplo de contenido de multípidos alto en grasa (>50%).....	-69-
Figura 12. Alternativa de terapia farmacológica utilizada para tratar DLC en personas mayores.....	-78-
Figura 13. Patrón de flexión del tronco frecuentemente observado en pacientes con dolor lumbar crónico.....	-88-
Figura 14. Muestra los tipos de ejercicios incluidos en la revisión y la puntuación media de mejora para dolor y función.....	-96-

Figura 15. Curva tensión deformación para 5 tipos de resistencia elástica..... - 101-

Figura 16. Relación entre el porcentaje de 1RM y las escalas de percepción del esfuerzo (RPE) Borg 6 -20, OMNI y Borg Modificada 0-10..... -107-

Figura 17. A. Escala de Esfuerzo Percibido OMNI para el Ejercicio de Resistencia con bandas elásticas. B. Escala de intensidad de resistencia para el ejercicio con bandas elásticas..... -108-

Figura 18. Diseño del estudio..... -123-

Figura 19. Test de marcha 6 minutos..... -129-

Figura 20. Test timed-up-and-go..... -130-

Figura 21. Test estancia unipodal..... -131-

Figura 22. Test levantarse de una silla..... -132-

Figura 23. Test de fuerza prensil..... -133-

Figura 24. Evaluación fuerza isométrica máxima..... -134-

Figura 25. Test Curl-up..... -135-

Figura 26. Aplicación de cuestionarios..... -136-

Figura 27. Evaluaciones e intervenciones fase 1 y 2..... -140-

Figura 28. Roll-on de gel de mentol original y placebo..... -142-

Figura 29. Diagrama de Flujo CONSORT del estudio..... -150-

Figura 30. Diferencia pos intervención para la fase 1 y 2 del estudio en relación a la DMCI señalada con una línea continua..... -166-

Figura 31. El modelo de evitación del miedo marcado en naranja la ruptura del círculo por medio de la superación del miedo -183-

RESUMEN

Antecedentes.

El dolor lumbar crónico (DLC) afecta a más del 30% de los adultos mayores que viven en la comunidad y es la afección musculoesquelética más prevalente en esta población, razón por la cual, se ha transformado en uno de los motivos de consulta más comunes entre las personas mayores quienes se atienden en servicios de atención primaria de salud. Es por esta razón, que el DLC es considerado hoy en día una “epidemia silenciosa” que impacta directamente en la funcionalidad y calidad de vida de las personas mayores con consecuentes costes sanitarios elevados que sobrecargan los sistemas de salud. A este hecho se suma que el origen de este síndrome es multifactorial, con lo cual el diagnóstico es inespecífico y existe escasa evidencia en la literatura con la calidad suficiente que permita entregar directrices claras respecto a qué abordaje es el óptimo. Pese a ello, el ejercicio físico basado en el entrenamiento de la fuerza muscular se ha posicionado como una terapia que puede tener efectos positivos en la mejora de las consecuencias funcionales asociadas a este síndrome, el cual puede ser realizado con dispositivos de resistencia elásticas que por sus características permiten entregar un estímulo eficaz a bajo costo y gran portabilidad. Además, existen en el mercado alternativas analgésicas tópicas como son los geles de mentol que han demostrado un efecto analgésico a corto plazo sin intervenir en los parámetros del entrenamiento, lo cual pueden sumado al entrenamiento de la fuerza muscular puede ser una alternativa eficaz a la hora de tratar el DLC en personas mayores.

Objetivo.

Evaluar el efecto sobre parámetros de dolor y capacidad funcional tras la aplicación de una intervención que combina un programa de entrenamiento de la fuerza muscular junto con la aplicación previa a la sesión de un gel de mentol en mujeres adultas mayores con síndrome de DLC. Como objetivo secundario se planteó analizar sus posibles efectos sobre la composición corporal.

Metodología.

Un total de 31 personas mayores de sexo femenino cumplieron con los criterios de elegibilidad y aceptaron participar voluntariamente en esta investigación. En la “fase 1” de 12 semanas de duración, las participantes fueron asignadas aleatoriamente: (a) grupo-control (GC; n=11); (b) grupo de entrenamiento de la fuerza con aplicación previa de gel con mentol (GEM; n=10); y (c) grupo que realizó el mismo entrenamiento con aplicación previa de gel con placebo (GEP; n=10). Tras 12 semanas de desentrenamiento inició la “fase 2”, en la que las mujeres del GEM y GEP fueron reasignadas al azar a dos nuevos grupos que repitieron el proceso de intervención de la fase 1 pero durante 32 semanas. Ambos grupos de intervención aplicaron un gel tópico de mentol o placebo, según el caso, en la zona lumbar durante los 10 minutos anteriores a iniciar la sesión de entrenamiento de la fuerza a moderada-alta intensidad con dispositivos de resistencia variable del tipo elástico ejercitando los grandes grupos musculares de extremidades superiores e inferiores. En ambas fases de la investigación se evaluó: el dolor con la escala visual analógica (EVA), la capacidad funcional con el índice de discapacidad de Oswestry (IDO), el Test de marcha 6 minutos, el equilibrio con las pruebas: Timed Up an Go y estancia unipodal, la fuerza prensil e isométrica de extremidades superiores e inferiores y la resistencia abdominal con el test curl-up. Además, se evaluó la composición corporal. Se analizaron los resultados aplicando un análisis de la varianza ANOVA con el test de Bonferroni para determinar en qué grupo se produjeron los cambios, para todos estos cálculos se asumió una diferencia estadísticamente significativa de un $p \leq 0.05$. Además, se calculó el tamaño del efecto con el test de Cohen y se contrastaron los cambios producidos tras el programa de intervención en ambas fases considerando las diferencias mínimas clínicas importantes (DMCI) publicadas en la literatura.

Resultados.

GEM y GEP mejoraron significativamente ($p \leq 0.05$) todas las variables sin diferencia entre ellos al finalizar cada fase de la investigación, aunque GEM mostró mayores mejoras con un efecto de moderado a alto en la mayoría de las variables de

capacidad funcional. Grandes reducciones de percepción de dolor e incrementos funcionales se dieron principalmente en la fase 1, obteniéndose también mejoras moderadas a lo largo de la fase 2. El GC en la fase 1 se mantuvo sin cambios significativos y existió una tendencia de los datos a empeorar los indicadores. Cuando se contrastaron los efectos con las DMCI publicadas en la literatura se evidenció que estas diferencias se generaron desde las primeras 12 semanas para el dolor y el índice de incapacidad.

Conclusión.

La utilización de un gel de mentol previo a las sesiones de un programa de entrenamiento de la fuerza de moderada-alta intensidad actuó reduciendo el dolor y potenciando las mejoras funcionales alcanzadas producto de dicho entrenamiento, por lo que su utilización correctamente individualizada es recomendable como complemento a un programa de intervención que entrene la fuerza muscular en mujeres mayores con DLC inespecífico. Todas estas mejoras son incluso mayores cuanto más duradero sea el programa de intervención.



ABSTRACT

Background.

Chronic low back pain (CLP) affects more than 30% of older adults living in the community and is the most prevalent musculoskeletal condition in this population, which is why it has become one of the most common reasons for consultation among older people who are cared for in primary health care services. It is for this reason that CLP is considered today a “silent epidemic” that directly impacts the functionality and quality of life of the elderly with consequent high health costs that burden health systems. Besides, the origin of this syndrome is multifactorial, which means that the diagnosis is non-specific, and there is little evidence in the literature of sufficient quality to provide clear guidelines as to which approach is optimal. In spite of this, physical exercise based on muscle strength training has positioned itself as a therapy that can have positive effects in the improvement of the functional consequences associated with this syndrome, which can be performed with elastic resistance devices that, due to their characteristics, allow the delivery of a significant stimulus at low cost and great portability. Also, there are topical analgesic alternatives on the market such as menthol gels that have demonstrated a short-term analgesic effect without intervening in the parameters of training, which, in addition to muscle strength training, can be an effective alternative when treating CLD in older people.

Purpose.

To evaluate the effect on pain parameters and functional capacity after the application of an intervention that combines a muscle strength training program together with the pre-session application of a menthol gel in older women with CLP syndrome. A further objective of the project was the analysis of possible effects on body composition

Methodology.

A total of 31 older females met the eligibility criteria and agreed to participate in this research voluntarily. In the 12-week “phase 1”, participants were randomly assigned: (a) control group (CG; n=11); (b) strength training group with pre-applied menthol gel (STM; n=10); and (c) group that performed the same training with pre-applied placebo gel (STP; n=10). After 12 weeks of detraining, “phase 2” began, in which the STM and STP women were randomly reassigned to two new groups that repeated the intervention process of phase 1 but for 32 weeks instead. Both intervening groups applied a topical menthol gel or placebo, as the case may be, in the lumbar area during the 10 minutes before starting the strength to a moderate-high intensity training session with variable resistance devices of the elastic type exercising the large muscle groups of the upper and lower extremities. In both phases of the research, the pain was evaluated with the visual analogue scale (VAS), functional capacity with the Oswestry disability index (ODI), the 6-minute walking test, balance with the tests: Timed Up and Go and unipedal stay, upper and lower limb prehensile and isometric strength and abdominal resistance with the curl-up test. In addition, body composition was tested. The results were analyzed by applying an ANOVA analysis of variance with the Bonferroni test to determine in which group the changes occurred; for all these calculations, a statistically significant difference of $p \leq 0.05$ was accepted. Furthermore, the effect size was calculated with the Cohen test and the changes produced after the intervention program in both phases were contrasted, considering the minimal significant clinical differences (MCID) published in the literature.

Results.

STM and STP significantly improved ($p \leq 0.05$) all the variables without difference between them at the end of each phase of the investigation. However, STM showed more significant improvements with a moderate to high effect in most of the variables of functional capacity. Large reductions in pain perception and functional increases occurred mainly in phase 1, with moderate improvements also being obtained throughout phase 2. The CG in phase 1 remained with no significant changes and

there was a tendency for the data to worsen the indicators. When the effects were contrasted with the MCID published in the literature, it was evidenced that these differences were generated from the first 12 weeks for pain and disability index.

Conclusion.

The use of a menthol gel before the sessions of a moderate-high intensity strength training program acted reducing pain and enhancing the functional improvements achieved as a result of such training, so its correctly individualized use is recommended as a complement to an intervention program to train muscle strength in older women with nonspecific CLP. The longer the intervention program is, even more significant all these improvements will be.





Capítulo I: INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los países del mundo están experimentando un aumento en el número y proporción de personas mayores, es así como la Organización Mundial de la Salud prevé que entre 2000 y 2050, la proporción de los habitantes del planeta mayores de 60 años se duplicará, pasando de un 11% al 22% (Organización Mundial de la Salud, 2016). Asociado a dicho envejecimiento poblacional acelerado, se pronostica en consecuencia, un aumento en la probabilidad de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles, con especial énfasis en aquellas disfunciones musculoesqueléticas que generan dolor y repercuten negativamente en la calidad de vida.

La revisión bibliográfica de Domenichiello y Ramsden (2019) demostró el impacto que tienen los diferentes trastornos musculoesqueléticos en las personas mayores de 65 años y más, por medio de un informe de prevalencia de dolor según zona corporal, destacando de manera alarmante las altas cifras de dolor lumbar crónico (DLC; rango: 5 a 45%) en esta etapa del curso de vida (**Figura 1**), razón por la cual, los mismo autores se refieren a este DLC como “una epidemia silenciosa”, debido a que frecuentemente la investigación y abordaje de esta patología se ha centrado en estudiar población juvenil y adultos (Woolf & Pfleger, 2003), sin embargo, en población adulto mayor ha sido opacada por otras condiciones patológicas que se relacionan, de conocimiento público, más comúnmente con el aumento de edad, como son: la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la diabetes mellitus y la osteoartritis (Buchbinder *et al.*, 2013). Sin embargo, este tipo de dolor se han transformado en uno de los motivos de consulta más comunes entre las personas mayores quienes se atienden en servicios de atención primaria de salud, repercutiendo consecuentemente en el aumento de los costes sanitarios por las múltiples consultas que no llevan a resolver el dolor de manera efectiva y permanente en el tiempo (Rapoport *et al.*, 2004).

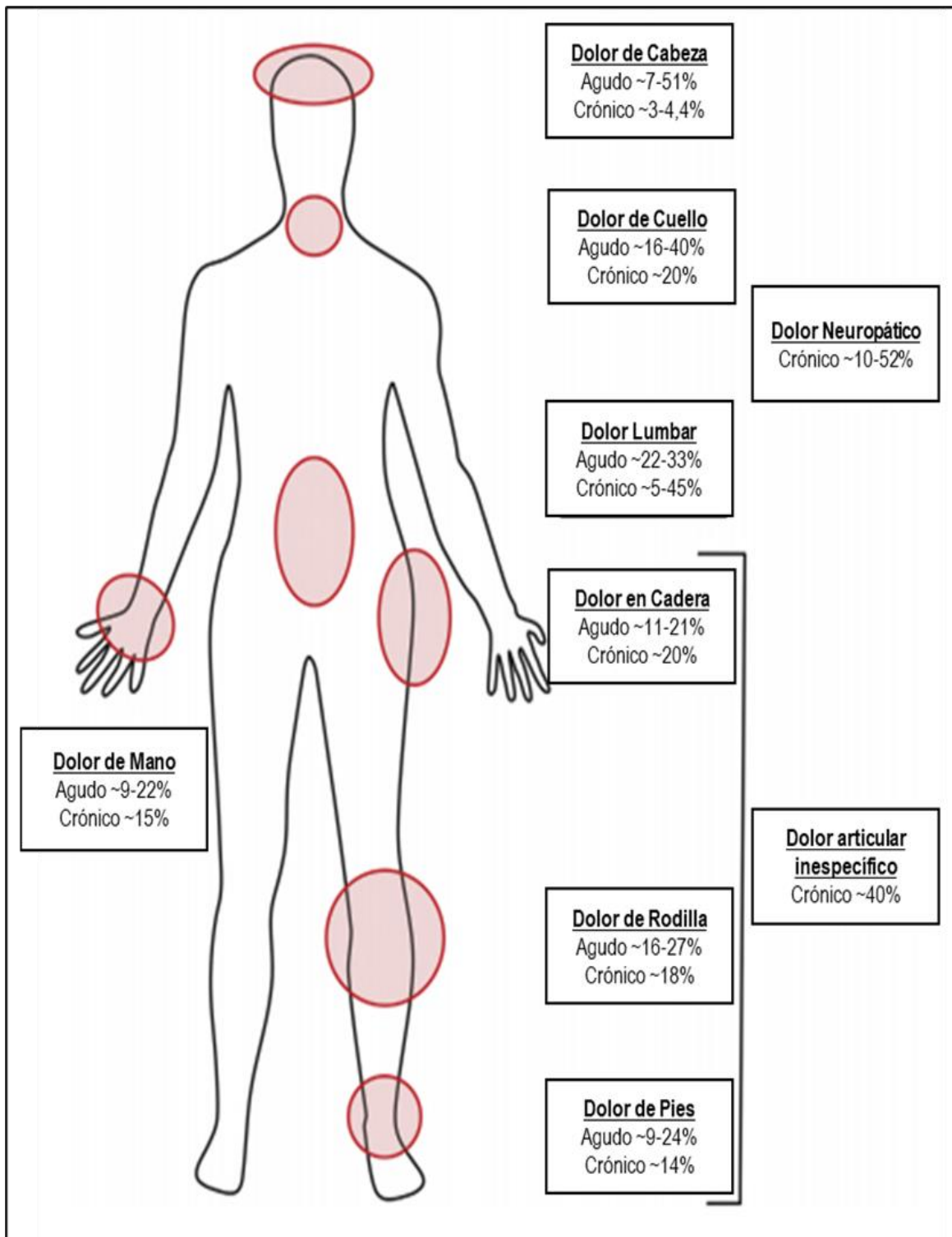


Figura 1. Prevalencia de dolor crónico por zona corporal en adultos mayores (Domenichiello & Ramsden, 2019).

El estudio de Herman *et al.* (2019) demostró el impacto económico que puede llegar a tener el DLC en personas mayores en un país, reportando cifras en gastos anuales por concepto de atención médica solamente en Estados Unidos en un año de hasta USD 5.979 por persona, sin considerar dentro de este monto el gasto por concepto de consumo de fármacos opioides dirigidos a controlar la sintomatología dolorosa, que es 4 veces más alta que en otra población y que además varía según severidad y cronicidad de la alteración.

Además, a la situación antes descrita, se debe considerar que dicho dolor agrava la habitual reducción en la capacidad funcional basal causada por el proceso biológico del envejecimiento (Aagaard *et al.*, 2010), con lo cual, ser persona mayor que desarrolla DLC agrega más años de discapacidad, mayor probabilidad de desarrollar fragilidad y dependencia a esta etapa del curso de vida a un altísimo costo por parte de las personas quienes lo padecen, la familia y el sistema socio-sanitario en general.

Este último punto es especialmente importante debido a que el reciente estudio de Mutubuki *et al.* (2020) demostró que las consecuencias funcionales generadas por el síndrome de DLC en personas mayores en las que se desencadena algún tipo de discapacidad, tiene un impacto 2.5 veces más alto en la calidad de vida, en los costos sociales reflejados en: atención médica, atención informal, productividad no remunerada y costos de absentismo laboral; y en la atención médica de atención primaria y secundaria, más que el mismo dolor.

Estos autores (Mutubuki *et al.*, 2020) demostraron en términos sencillos que, un aumento de 1 punto en la evaluación de discapacidad (evaluado con el índice de Oswestry-ODI), se encuentra relacionado con el aumento en 23 euros en costos sociales y 9 euros en costos sanitarios en un periodo de 3 meses. Por lo tanto, si un tratamiento tiene la capacidad de lograr una mejora clínicamente relevante en la situación de discapacidad de una persona mayor que vive con síndrome de DLC (definido como 10 puntos en el ODI), repercutiría positivamente en una disminución en los costos sociales y sanitarios por 230 y 90 euros,

respectivamente, que beneficiaría la economía sanitaria del país y de la propia persona.

Pese a la relevancia y el impacto que tendría contar con directrices claras respecto a qué tratamiento o abordaje seguir para enfrentar este DLC en personas mayores, la investigación científica ha pasado por alto a esta población, prueba de ello es que Carvalho do Nascimento *et al.* (2019) tras realizar una revisión transversal de la Plataforma Internacional de Registro de Ensayos Clínicos en busca de protocolos prospectivos que planificaran intervenciones para el dolor lumbar con fechas de registro desde enero de 2015 hasta noviembre de 2018 demostraron la exclusión injustificada de los participantes mayores reflejado en la imposición de un límite de edad en el 93.6% de los protocolos de investigación, además de evidenciar que estaban planificando en su mayoría en regiones desarrolladas y las intervenciones propuestas eran en base a tratamiento farmacológico. Demostrando un ageísmo investigativo en este tema, razón por la cual es de suma relevancia la generación de investigaciones que tengan en cuenta tratamientos no farmacológicos en el tratamiento del DLC geriátrico.

Por todo lo anteriormente descrito, es que el DLC en los adultos mayores se ha transformado en un problema y desafío para salud pública mundial (Katz, 2006; Mutubuki *et al.*, 2020), que no es posible abordar siguiendo las pautas para el dolor de espalda utilizadas para tratar otras poblaciones más jóvenes, debido a que estas no tienen en cuenta las complejidades en la toma de decisiones que ocurren comúnmente en la población geriátrica como son: las múltiples enfermedades concomitantes, la polifarmacia, la fragilidad y los sistemas de apoyo socialmente fragmentados, por lo cual, la intervención que se decida realizar debe considerar una mirada multidimensional, donde el ejercicio físico y las alternativas coadyuvantes a éste como la utilización de un gel analgésico a base de mentol, que es el tratamiento propuesto en la presente investigación, podrían eventualmente tener un impacto positivo sobre el dolor y la capacidad funcional de las personas mayores, transformándose en una alternativa de intervención segura y asequible

para hacer frente al síndrome de DLC geriátrico, con la capacidad de agregar mayor calidad de vida y función a los años que le queden por vivir a estas personas.

En cuanto a la estructura de este trabajo, se debe mencionar que se divide en dos grandes apartados; el primero de ellos hace referencia al marco conceptual donde se desarrollarán los diferentes aspectos teóricos que fundamentan la tesis presentada. El segundo apartado, corresponde al estudio empírico propiamente tal, donde se exponen los aspectos metodológicos en la que se ha fundamentado la investigación para dar respuesta a los objetivos planteados, el análisis y discusión de los resultados, finalizando con las conclusiones y aportaciones prácticas al mundo científico obtenidos del desarrollo de esta investigación.





Capítulo II.

MARCO TEÓRICO



2.MARCO TEÓRICO

A continuación, se describirán las características particulares que tiene el síndrome de DLC en las personas mayores, el cómo impacta este síndrome en la funcionalidad, así como el efecto potencial de una intervención basada en el entrenamiento de la fuerza muscular y el efecto analgésico del mentol que fundamentan la elección del objetivo de este estudio.

En este apartado se desarrollará primeramente la relación entre el síndrome de DLC con el envejecimiento, describiendo aquellos factores biológicos, psicológicos, cognitivos y sociales que influyen la expresión del dolor lumbar en las personas mayores y las características especiales que lo diferencian de su expresión en las otras etapas del curso de vida.

Posteriormente, se describirán las consecuencias funcionales del DLC en personas mayores, para dar paso finalmente a describir las alternativas de tratamiento recomendadas por la literatura científica actual y su evidencia, que permiten hacer frente a esta condición de salud.

Finalmente, se sentarán las bases para justificar el por qué de la elección de un programa de entrenamiento de la fuerza como intervención a investigar en esta tesis doctoral sumado al efecto terapéutico del mentol previo a una sesión de entrenamiento.

2.1. Síndrome de dolor lumbar crónico y envejecimiento

El dolor lumbar se define como “dolor, tensión muscular o rigidez localizada por debajo del margen costal y por encima de los pliegues glúteos inferiores, con o sin dolor de piernas (ciática)” (Chou, 2010). Sin embargo, al igual que ocurre entre adultos jóvenes, al tener múltiples factores que pueden influir en su desarrollo y severidad, muchas veces los médicos no logran identificar una patología definida en su origen y terminan diagnosticándolo como un “dolor lumbar inespecífico” (Abraham & Killackey-Jones, 2002; Wong *et al.*, 2017) debido a que las pruebas de diagnóstico específicas no pueden identificar claramente una estructura anatómica individual como fuente de dicho dolor (Airaksinen, *et al.*, 2006).

El Colegio Americano de Médicos y la Sociedad Americana del Dolor, definieron el año 2007, este dolor inespecífico como un “dolor que se presenta principalmente en la espalda sin signos de una afección subyacente grave (como cáncer, infección o síndrome de cauda equina), estenosis espinal o radiculopatía u otra causa espinal específica (como fractura por compresión vertebral o espondilitis anquilosante)” (Chou *et al.*, 2007). Estimando que más del 85% de los pacientes que acuden a una consulta con el médico de cabecera en los centros de atención primaria de salud, son diagnosticado de esta manera (Chou *et al.*, 2007). Ante este escenario, de un diagnóstico inespecífico, el abordaje se vuelve incierto y la resolución se prolonga, con lo cual termina volviéndose para la persona que lo padece, un dolor que perdura en el tiempo, es decir, un DLC inespecífico que lo acompaña durante el resto de su vida.

En términos de la temporalidad del dolor, se considera como “dolor lumbar crónico” a aquel que perdura al menos 12 semanas o 3 meses (Chou, 2010) y es en esta condición precisamente cuando muchas veces a la sintomatología original se han sumado a una serie de factores intrínsecos como son las limitaciones basales que pueda tener la persona producto del proceso biológico del envejecimiento, factores extrínsecos y evaluaciones y/o tratamiento poco fructíferos que se resumen en la **Figura 2**. Con lo cual se terminan generando múltiples

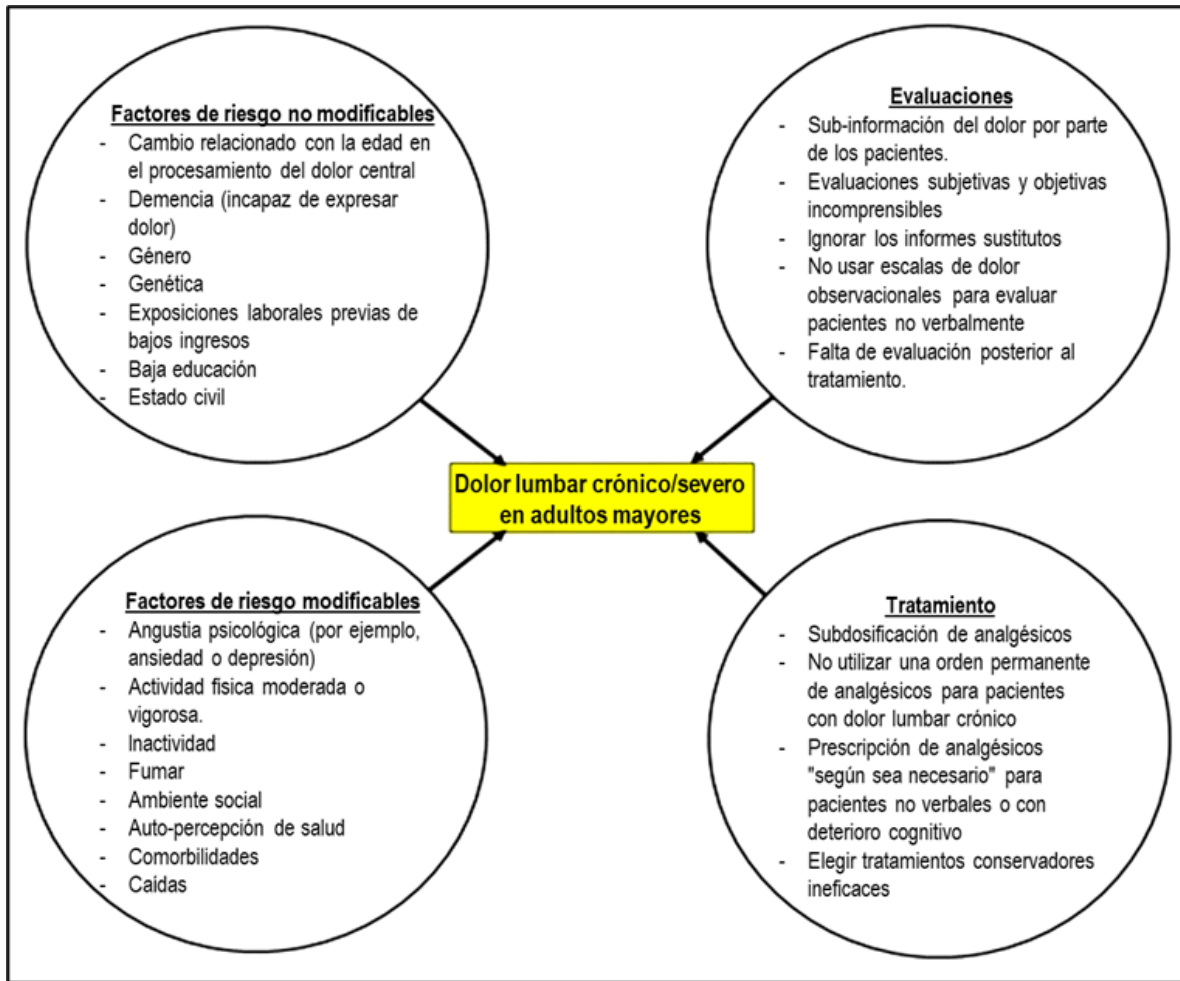


Figura 2. Factores que afectan la severidad y/o cronicidad del dolor lumbar en adultos mayores. Extraído de Wong *et al.* (2017)

consecuencias adversas para la persona mayor, incluida la disminución de la función física y dependencia en las actividades de la vida diaria (de Souza *et al.*, 2019; Reid *et al.*, 2005).

Debido a que el punto anteriormente descrito es la vía final común para muchas personas mayores, es que 42 expertos multidisciplinarios de la Academia Americana de Medicina del Dolor (Weiner *et al.*, 2016) recomendaron que el DLC en las personas mayores deje de abordarse como una condición "inespecífica" y se incluya como uno más de los síndromes geriátricos, debido a que se han identificado una serie de condiciones patológicas musculoesqueléticas como son el síndrome

de la articulación sacroilíaca, disimetría de extremidades, dolor miofascial, osteoartritis de cadera y estenosis espinal; y psicológicas como la demencia, ansiedad, depresión, afrontamiento desadaptativo, insomnio; que contribuyen y tienen como vía final común el desarrollo del DLC (Weiner *et al.*, 2020; Weiner *et al.*, 2016)

Por todo lo anteriormente descrito y las características propias que tiene el síndrome de dolor lumbar durante la vejez es que con el objetivo de promover un enfoque de abordaje integral y estandarizado, Simon y Hicks (2018) han propuesto una perspectiva de abordaje y comprensión del DLC exclusivo para personas mayores, el cual se demuestra en la **Figura 3**.

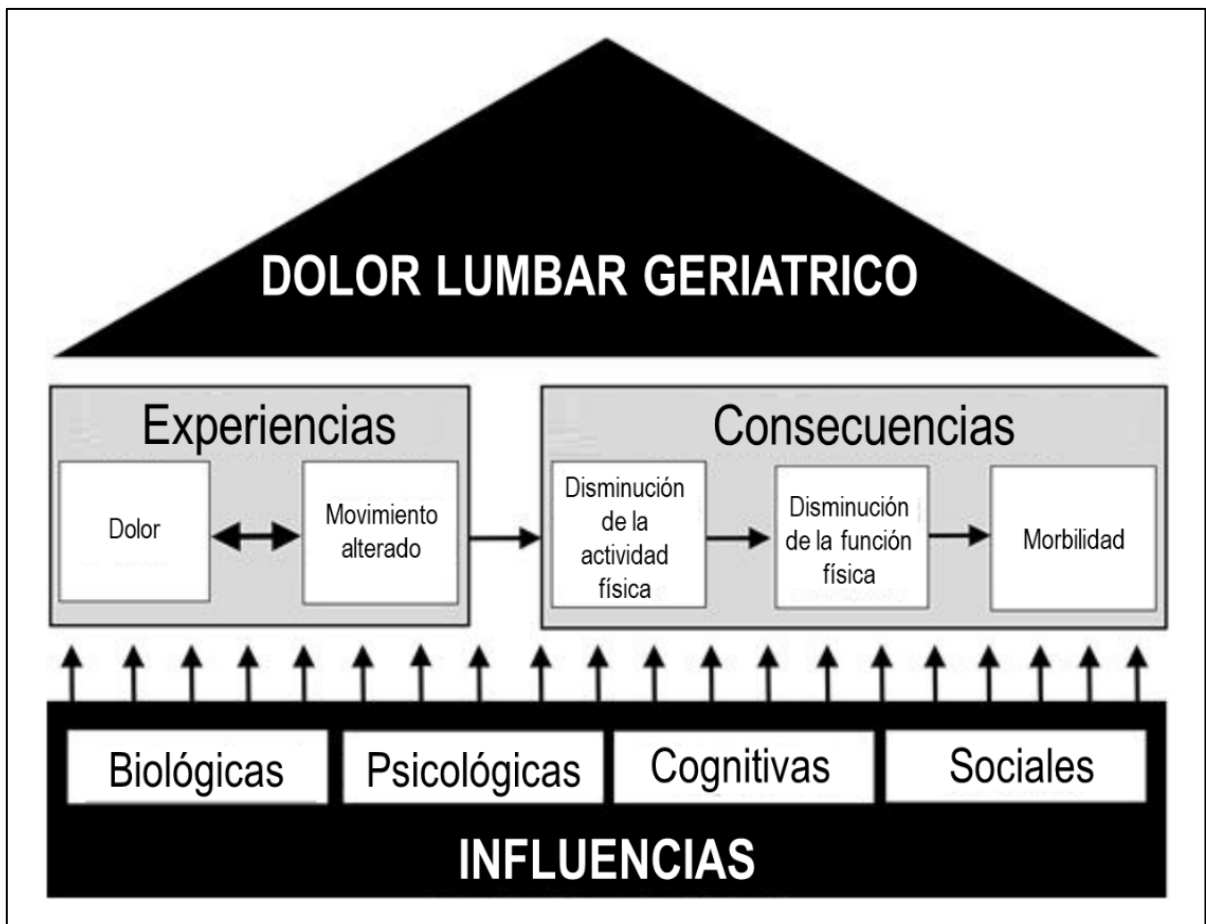


Figura 3. Fundación y estructura del dolor lumbar geriátrico (Simon & Hicks, 2018).

Bajo este enfoque, las experiencias y consecuencias provocadas por el dolor lumbar, se basan en influencias biológicas, psicológicas, cognitivas y sociales, y dichas experiencias incluyen no solo el dolor sino también el dolor al movimiento que, a su vez, tiene por consecuencia la disminución en la actividad física, que repercutirá negativamente sobre la función y la morbilidad posterior (Simon & Hicks, 2018).

Cada una de estas condiciones que contribuyen a la fundación de esta condición, llamada por los autores “dolor lumbar geriátrico” y las consecuencias funcionales, junto a las alternativas de intervención se desarrollarán con mayor detalle en los siguientes puntos.

2.2. Factores que influyen en el desarrollo de dolor lumbar crónico en personas mayores.

En este apartado se describirán y desarrollarán los diferentes factores biológicos, psicológicos, cognitivos y sociales involucrados en el desarrollo y perpetuación del dolor lumbar en personas mayores.

2.2.1. Influencia de los Factores biológicos.

La edad avanzada es un factor pronóstico reconocido para desarrollar el síndrome de DLC (Scheele *et al.*, 2012; Wong *et al.*, 2017), siendo uno de los cambios biológicos más dramáticos asociados al proceso de envejecimiento humano la disminución progresiva de la masa muscular.

Es en este contexto que, el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019) actualmente considera a la sarcopenia una insuficiencia muscular, que genera cambios adversos que se acumulan a lo largo de la vida, definiéndola operativamente como la presencia de bajos niveles en la medición de tres parámetros:

- 1) Fuerza muscular,
- 2) Cantidad/calidad muscular, y
- 3) Rendimiento físico, como un indicador de gravedad

Recomendando que para prevenir o retrasar la sarcopenia a lo largo del curso de vida de una persona, el objetivo que se debe tener presente es primeramente maximizar los niveles de fuerza muscular en la juventud, mientras que en la edad adulta el objetivo debe ser mantener dichos niveles y minimizar la pérdida de fuerza muscular en la edad avanzada (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019), como se grafica en la **Figura 4**.

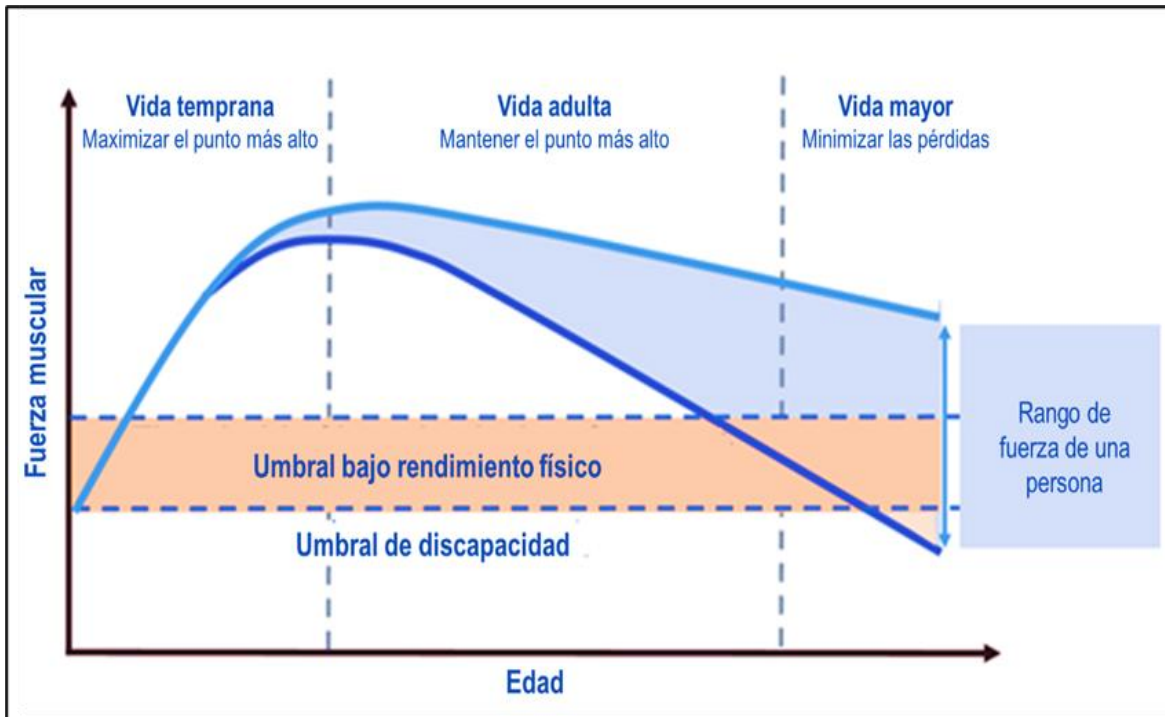


Figura 4. La fuerza muscular y el curso de la vida.

Extraído de Cruz-Jentoft *et al.* (2019)

Debido a que la sarcopenia es una condición prevalente en las personas mayores al igual que el DLC, es que Sakai *et al.* (2017) examinaron mediante absorciometría con rayos X de doble energía (DEXA) a 100 personas mayores con DLC y a 560 sin esta condición, con el objetivo de verificar las diferencias existentes entre ambos grupos en la aparición de sarcopenia, y a la vez, evaluaron la relación entre dicha pérdida de masa muscular (sarcopenia) y la presencia de dolor crónico.

Los resultados del estudio de Sakai confirmaron primeramente que en el grupo de personas mayores con DLC existió significativamente mayor porcentaje de población con diagnóstico de sarcopenia comparado con los que no presentaban esta condición (40% versus 26.6%, Figura 5 Aa), y de igual manera, quedó demostrado que el porcentaje de obesidad sarcopénica también fue significativamente mayor en las personas que presentaron este DLC (Figura 5 Ab) (Sakai *et al.* 2017).

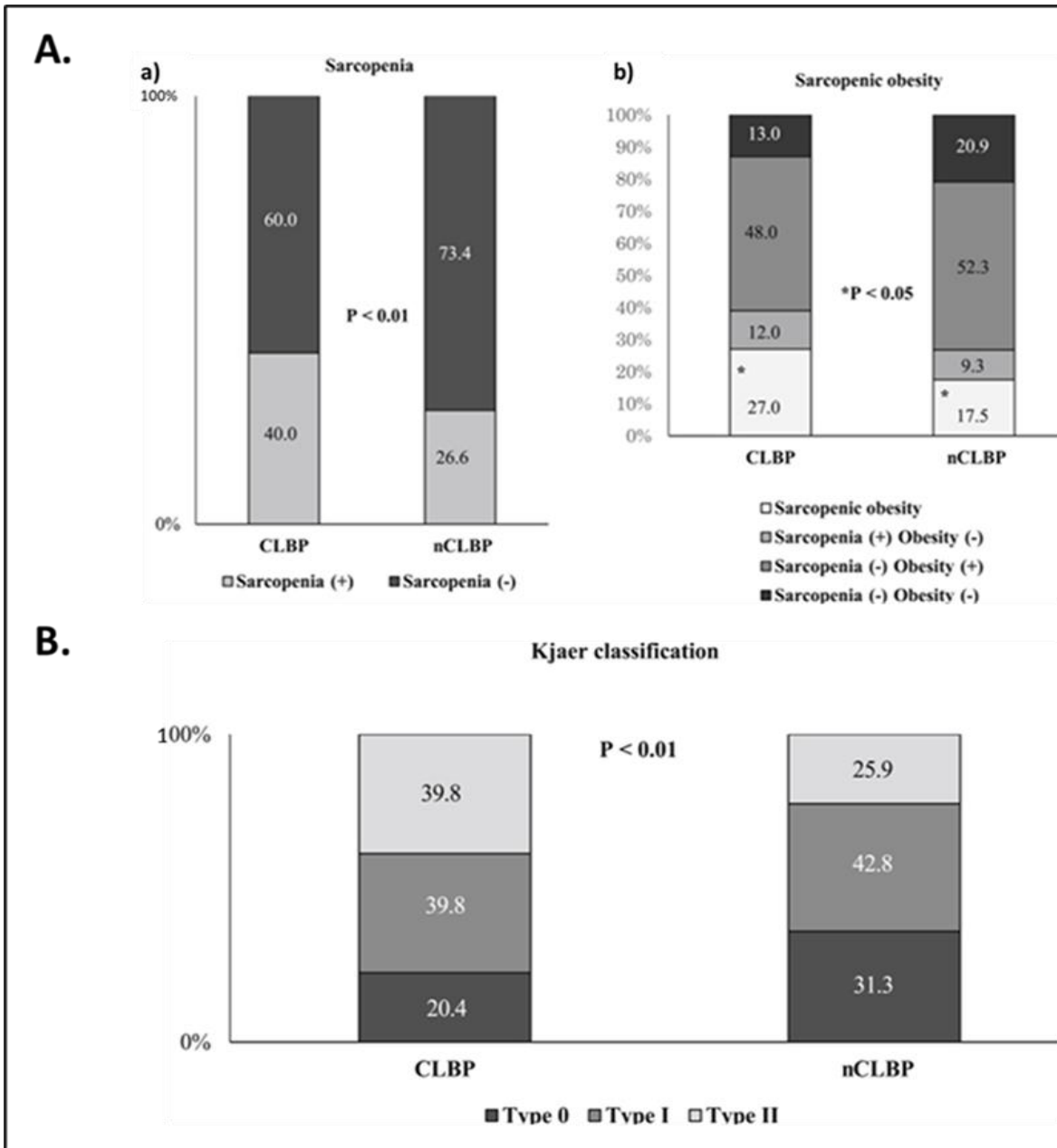


Figura 5. A. Sarcopenia y obesidad sarcopénica en adultos mayores con dolor lumbar crónico (CLBP, siglas en inglés) y sin dolor lumbar crónico (nCLBP). a) Muestra la prevalencia de sarcopenia y b) prevalencia de obesidad sarcopénica. B. Grafica el porcentaje de degeneración de los multífidos lumbares por infiltración grasa según clasificación de Kjaer (Type 0: normal; Type 1: infiltración ligera de 10 a 50% y Type 2: infiltración severa > al 50%). Extraído del estudio de Sakai *et al.* (2017)

Cuando los autores (Sakai *et al.*, 2017) analizaron además, los porcentajes de infiltración grasa de los músculos multifidos lumbares de ambos grupos siguiendo la clasificación de Kjaer *et al.* (2007), fue posible evidenciar que dicha infiltración grasa fue significativamente mayor en el grupo con DLC en comparación con el grupo sin DLC ($p < 0.01$; **Figura 5B**), lo que respalda la hipótesis de que la sarcopenia estaba involucrada en el DLC de los adultos mayores y no así la densidad mineral ósea, debido a que los autores no reportaron correlaciones positivas tras analizar ambas variables (Sakai *et al.*, 2017).

Por lo tanto, estos hallazgos nos llevan a comprender que la pérdida de masa muscular relacionada con la edad (sarcopenia) está implicada de alguna manera en el DLC de edad avanzada sin necesariamente tener como resultado final un evento adverso severo estructural como puede ser el desarrollo de una fractura vertebral y, por lo tanto, cualquier alternativa terapéutica que combata la pérdida de masa muscular, como lo es el ejercicio físico con énfasis en el fortalecimiento muscular, podría ser beneficioso en el tratamiento del DLC en las personas mayores. Sin embargo, este mismo estudio demostró que las personas mayores sin DLC también presentaban un grado de infiltración grasa en la musculatura de columna vertebral, con lo cual podríamos estar frente a un factor de riesgo intrínseco asociado a la edad y el ejercicio de fuerza muscular podría ser un factor protector para evitar el desarrollo de DLC en personas que aún no lo han desarrollado.

Tomando en cuenta este último punto, es que el estudio de Dahlqvist *et al.* (2017) investigó los efectos lipotóxicos en los músculos durante el envejecimiento, demostrando que el reemplazo grasa del músculo esquelético tiene un énfasis especial en la zona lumbar (músculos paraespinales) de las personas mayores sanas, comparado con población más joven (**Figura 6**) y que el grado de infiltración grasa en esta zona es estadísticamente superior a los músculos de las extremidades inferiores ($p < 0.0001$). Esto es relevante debido a que frecuentemente los estudios de calidad muscular en esta población sólo evalúan los grandes grupos musculares con especial énfasis en aquellos involucrados en la marcha (muslo), sin embargo, la musculatura paraespinal tiene por función contribuir a la estabilidad de

la columna vertebral y son importantes para la realización de las actividades de la vida diaria que incluyen desplazamientos como son: caminar, mantener el equilibrio y levantarse de una silla, razón por la cual, también es importante su evaluación en cualquier estudio de capacidad y calidad muscular.

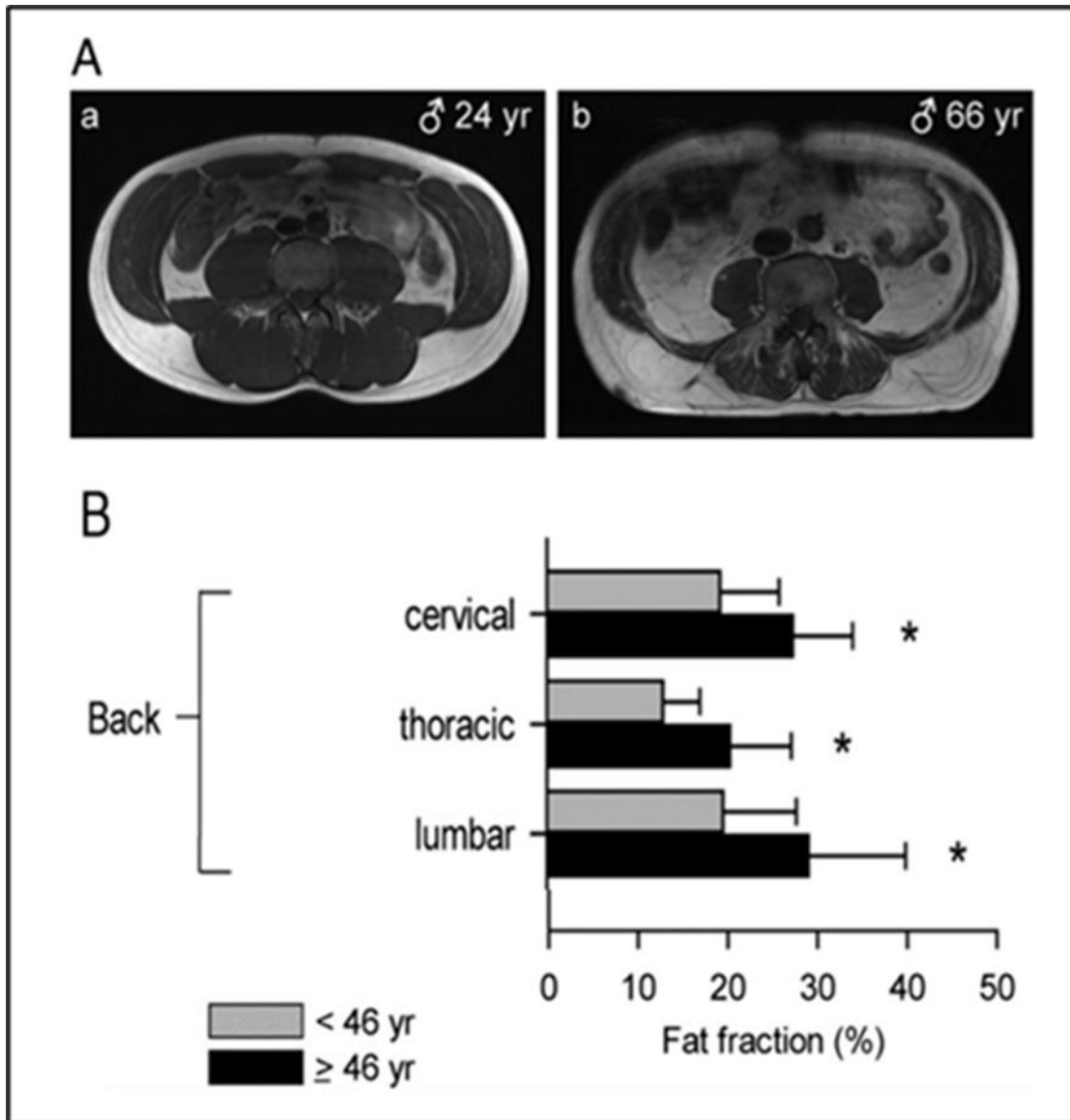


Figura 6. Fracciones grasas de los músculos de la columna. A, muestra imágenes de resonancias magnéticas de los músculos paraespinales lumbares en adultos jóvenes y adultos mayores. B, muestra fracciones grasas de los músculos de la espalda. * Diferencia significativa entre adultos menores y mayores de 46 años ($p < 0.05$). Extraído de Dahlqvist *et al.* (2017)

Por lo tanto, un buen funcionamiento de los músculos paraespinales es tan importante como la correcta función de las extremidades inferiores, con lo cual el entrenamiento centrado en esta musculatura debe ser considerado en el manejo de la disminución de la movilidad en personas mayores, con independencia de la presencia o ausencia de DLC. Sin embargo, no se debe desconocer que cuando una persona mayor cursa con DLC existe un impacto en la calidad y funcionalidad de esta musculatura mucho mayor, es así como estudio de Sions *et al.* (2017) señala que los adultos mayores con DLC tienen en promedio 54% menos de área de sección transversal en los músculos del tronco en total, caracterizado por una mayor cantidad de grasa intramuscular en los multífidos y un menor tamaño en los erectores espinales que los adultos mayores controles sanos. Además a estos hallazgos se suman las diferencias por género; donde los autores añaden, que en las mujeres el tamaño de los músculos del tronco es menor y además presentan una infiltración grasa intramuscular en los niveles vertebrales inferiores superior, recomendando considerar estas diferencias entre géneros a la hora de seleccionar tratamientos específicos en mujeres mayores con DLC (Sions *et al.*, 2017).

Complementando los hallazgos de Sions *et al.* (2017), el estudio multicéntrico de Hori *et al.* demostró en 2019 que una menor masa muscular general del tronco (incluyendo los músculos iliopsoas y paravertebrales) evaluada con impedancia bioeléctrica, también se encuentra correlacionado significativamente con mayores niveles de discapacidad evaluado con el índice de Oswestry (ODI) y con mayores niveles de graduación de dolor, evaluado con la escala visual análoga (EVA) en adultos mayores con DLC. Además, este estudio aporta un dato especialmente relevante, debido que demuestran que a partir de los 70 años de edad, dicha disminución de masa muscular se acelera significativamente con consecuente aumento acelerado del índice de discapacidad en especial cuando se produce una reducción en la masa muscular del tronco menor a los 23 kg (Hori *et al.*, 2019) **(Figura 7)**.

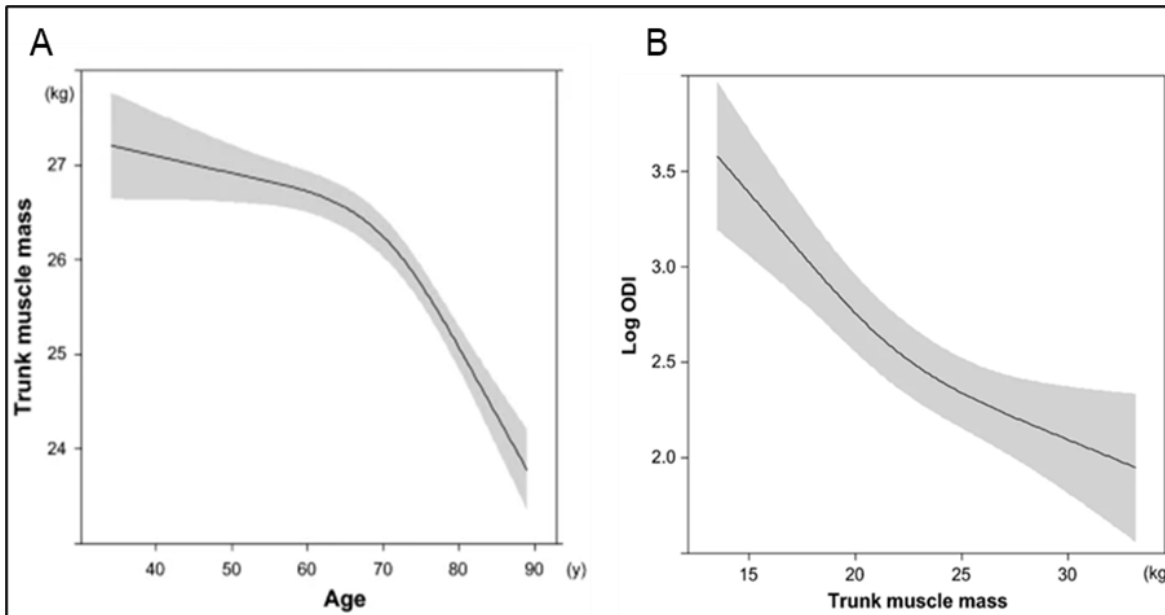


Figura 7. A. Reducción de la masa muscular de tronco asociado a la edad. **B.** Reducción de la masa muscular del tronco e índice de discapacidad IDO.

Extraído de Hori *et al.*, (2019).

Adicionalmente, la mayoría de los pacientes con síndrome de DLC empeoran su composición corporal debido a que experimentan miedo a dicho dolor, evitando moverse y reduciendo en general cualquier tipo de actividad física, llevándolos a adoptar un estilo de vida sedentario, que solo empeora su condición funcional basal (Leboeuf-Yde *et al.*, 2011).

Es reconocido en la literatura que dicho empeoramiento de la función y composición corporal en el adulto mayor se asocia de manera simple o combinada con una reducción en la calidad y expectativa de vida (Cedraschi *et al.*, 2016; Peeters *et al.*, 2004). Y a la vez, la obesidad y la baja masa muscular se han asociado con el diagnóstico de dolor crónico por sí solas (Wright *et al.*, 2010), reportándose que la prevalencia de dolor articular aumenta directamente con los valores más altos de grasa corporal, especialmente cuando proviene de la parte baja de la columna vertebral (Waddell *et al.*, 1993).

Por último, otro factor biológico del envejecimiento relacionado con el síndrome de DLC, son los cambios en el neuro-procesamiento del dolor asociados con la edad. Por lo tanto, el dolor crónico debe ser considerado más que la sensación de estímulos dolorosos; donde la evidencia es controvertida respecto a su relación con la modificación de los umbrales de tolerancia asociados a la edad (Gibson & Farrell, 2004; Domenichiello & Ramsden, 2019).

Es en este contexto que Lautenbacher (2012) propone un modelo basado en el concepto de que los umbrales tanto excitatorio como inhibitorio aumentan a lo largo de la vida pero a diferentes velocidades (**Figura 8**), y durante el envejecimiento la tasa relativamente más alta de umbrales inhibitorios produce un desequilibrio creciente a favor de los procesos excitatorios, lo que genera que los sistemas de dolor se activen un poco más tarde (signos de insensibilidad al dolor), pero con el tiempo, una falta relativa de inhibición del dolor permitiría la intensificación de éste, lo cual genera síntomas más prevalentes en esta etapa del curso de la vida.

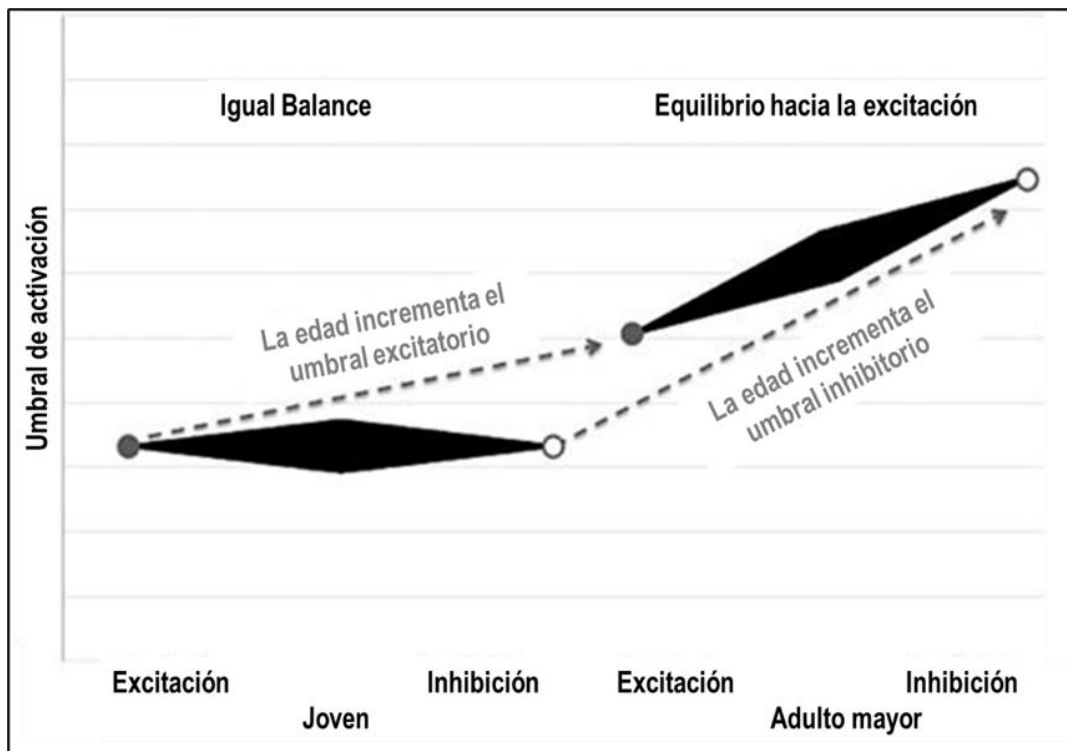


Figura 8. Modelo de cambios relacionados con la edad en las funciones excitadoras e inhibitoras en el procesamiento del dolor (Lautenbacher, 2012)

A la vez, Gibson y Farrel (2004) señalan que existen cambios generalizados en los sustratos celulares y neuroquímicos del sistema nociceptivo que generan hiperalgesia sostenida en el tiempo cuando los estímulos son muy intensos y/o persisten por períodos más largos como es en el caso del DLC. En consecuencia, esta evidencia derriba el mito de que los adultos mayores son insensibles al dolor, por el contrario, experimentan el dolor de manera diferente, siendo más tendientes a sentir estímulos dolorosos más altos y prolongarlos en el tiempo.

Por todo lo anteriormente descrito, es posible comprender que existe una predisposición biológica para padecer el DLC en esta etapa del curso de vida, asociada a la presencia de sarcopenia e infiltración de grasa muscular, con énfasis en la musculatura estabilizadora de tronco, que puede verse potenciada si el adulto mayor posee niveles de grasa corporal más altos asociados al sedentarismo y sobrepeso u obesidad.

A esto se suma, que presentan una alteración en la sensación dolorosa que prolonga la disfunción, con lo cual, las estrategias de intervención temprana basadas en la mantención de masa muscular en general y del tronco con énfasis en la estabilidad lumbar son fundamentales para mantener la funcionalidad y calidad de vida de las personas mayores que padecen este DLC.

2.2.2. Influencia de los factores psicológicos.

Dolor es definido por la Asociación Internacional de Estudios del Dolor como “una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con un daño tisular real o potencial, o descrita en términos de dicho daño” (International Association for the Study of Pain, 2019). Es, por lo tanto, que la comprensión de los factores psicológicos que influyen en el síndrome de DLC son importantes para comprender como viven este dolor las personas mayores.

Una explicación para el que el dolor se vuelva crónico en pacientes con dolor lumbar es entregada por el modelo de evitación del miedo descrito por Smeets *et al.* (2009) que se muestra en la **Figura 9**.

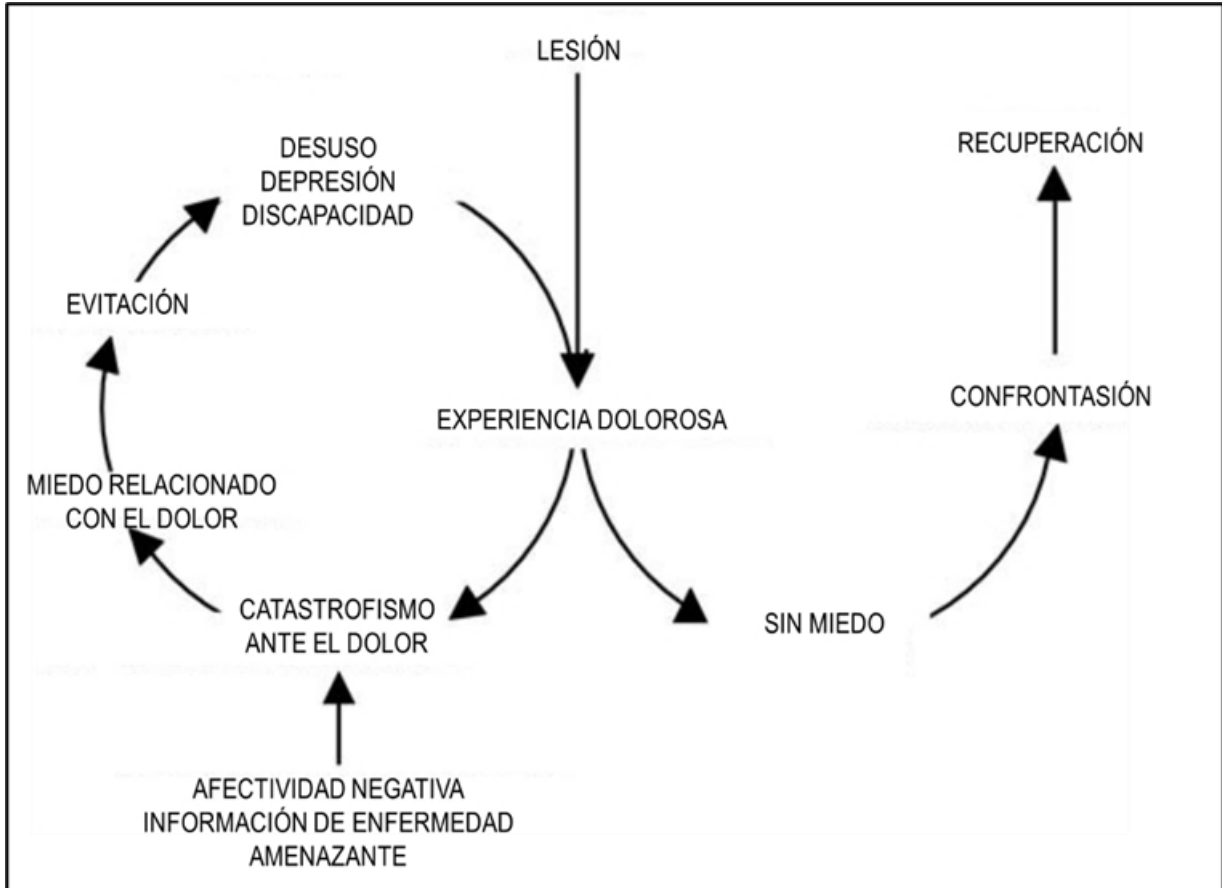


Figura 9. Modelo de evitación del miedo (Smeets *et al.*, 2009)

Según este modelo las personas pueden interpretar su dolor como amenazante (catastrófico) y esto puede dar lugar a un miedo relacionado con el dolor, de los cuales el temor al movimiento/(re)lesión es el más destacado. Tanto este miedo como la expectativa de desarrollar consecuencias adversas producto de la realización de actividades pueden generar evitación, dificultando que las personas decidan realizar actividad física, lo cual provoca, en el caso de perdurar en el tiempo, discapacidad, depresión y desuso (Smeets *et al.*, 2009).

Este desuso hace referencia a las inactividades físicas en la vida diaria, siendo una de las consecuencias la pérdida de la capacidad aeróbica, razón por la cual, cada vez hay más pruebas de que el miedo relacionado con el dolor lumbar es más incapacitante que el dolor en sí mismo (Fillingim, 2017; Smeets *et al.*, 2009).

Debido a los factores antes expuestos, se vuelve de suma importancia el manejo temprano del dolor en población de personas mayores debido que la inactividad física sumado a la evitación causada por el mismo dolor, acentúa la pérdida de función que basalmente puede tener la persona mayor asociado al proceso biológico de envejecimiento, favoreciendo en el caso de perdurar en el tiempo la expresión o aparición de otras comorbilidades asociadas a la inactividad física como son alteraciones metabólicas o cardiorrespiratorias.

Otra de las afectaciones psicológicas informadas en la literatura que se genera asociado a la presencia de dolor es la depresión; prueba de ello es que el estudio de Rudy *et al.* (2007), en que examinaron a 320 adultos mayores de la comunidad, de los cuales 162 tenían DLC y el resto no lo tenían, identificaron como uno de los factores diferenciadores entre ambos grupos, la presencia de síntomas depresivos evaluados con la escala de depresión geriátrica Yesavage. Complementando estos hallazgos, el estudio cualitativo de Makris *et al.* (2017) documentó que los adultos mayores refirieron que el dolor de espalda les afectaba emocionalmente, generándoles sentimientos de frustración, ansiedad y tristeza, además de sentir miedo a que el dolor empeorara con el tiempo.

Respaldando los anteriores hallazgos, el estudio de cohorte transversal de Meyer *et al.* (2007) evaluó los datos obtenidos tras la aplicación de una encuesta de salud por dos años en más de cincuenta y cinco mil adultos mayores, confirmando que los síntomas depresivos predijeron la discapacidad por dolor lumbar y viceversa, el dolor lumbar predijo a la vez la presencia de depresión en esta población. Y estos síntomas son de preocupación en las personas mayores debido a que frecuentemente asociado a la edad, también es probable que estas personas se encuentren en estados de profunda soledad o poco apoyo de sus familias o comunidad, debido a presencia de redes de apoyo fragmentadas, con lo cual se

podría estar generando el riesgo de desarrollar, en casos severos, un evento suicida.

2.2.3. Influencia de los factores cognitivos.

Debido a que el dolor crónico y el deterioro cognitivo son frecuentes e incapacitantes en los adultos mayores, es que el estudio de Weiner *et al.* (2006) investigaron la relación entre ambas condiciones, evidenciando que los adultos mayores con DLC presentaban una disminución en el rendimiento en tareas de atención, habilidades visoespaciales, flexibilidad mental y destreza manual que se asociaron con una mayor gravedad del dolor. Los resultados de esta investigación demostraron una asociación entre el dolor crónico y un menor rendimiento en estas pruebas neuropsicológicas, y a la vez, determinaron que las puntuaciones más bajas obtenidas en los test neuropsicológicos se asociaron a un rendimiento físico más pobre en esta población.

Por su parte, el estudio de Hamacher *et al.* (2014) evaluaron las funciones ejecutivas de adultos mayores con DLC que fueron sometidos a una situación de doble tarea cognitiva durante la marcha comparado con controles sanos, demostrando que los participantes con dolor lumbar tuvieron una variabilidad de la marcha significativamente mayor en la condición de doble tarea en comparación con los controles. Estos resultados sugieren que el dolor crónico reduce la capacidad de rendimiento motor-cognitivo de doble tarea, interfiriendo con las funciones ejecutivas.

Es este último punto, particularmente importante, debido a que la mayoría de las actividades de la vida diaria, requieren de la capacidad de una persona para poder mantener la destreza motora mientras realiza alguna tarea cognitiva como contar, planificar, contestar el teléfono o a una pregunta, entre otras; pudiendo traducirse el dolor lumbar por sí mismo en un potencial riesgo de caída no tan solo por el daño en la estabilidad muscular, sino que también por el déficit cognitivo asociado a la presencia de dolor en esta población.

2.2.4. Influencia de los factores sociales.

Por último, entre los factores sociales que se pueden describir asociados al DLC, se encuentran el aislamiento social documentado por el estudio cualitativo de Makris *et al.* (2017), quienes reportaron que para algunos adultos mayores el dolor generado por el DLC limitaba sus relaciones personales, evitando mantenerse cercanos a sus amigos y familiares. Mientras que, para otros, se suma a lo anterior, la sensación de pérdida de una experiencia o un pasatiempo que solía ser agradable indicado como: “No hago las cosas que solía hacer” (Makris *et al.*, 2017).

Además, otro de los factores sociales que influye de manera importante es la relación con el equipo de salud que atiende a las personas mayores con DLC, debido a que se ha visto que sus acciones y calidad de atención influyen directamente en las decisiones que toman estas personas mayores para buscar atención médica futura o no. Es así como el estudio cualitativo de Makris *et al.*, (2015) documentó que las personas mayores eran víctimas frecuentes de ageísmo por parte de los profesionales que los atendieron. Este ageísmo se reflejó en el rechazo o minimización de su dolor; y es precisamente esa actitud la que se ha visto que termina reafirmando las creencias personales ya instauradas en las propias personas mayores de que el dolor que sienten es una condición inevitable y propia de la edad, con lo cual adoptan una actitud de resignación y no buscan más alternativas a su recuperación.

Sumado a lo anterior, los mismos autores (Makris *et al.*, 2015) demostraron que se provocaba por parte de los adultos mayores una actitud negativa hacia la medicación y/o cirugía, debido a que sienten temor de volverse adictos los medicamentos e incluso desconfían de sus efectos al interaccionar con otros fármacos previamente recetados. A esto se suma el sentimiento de que el equipo de salud no tiene nada que ofrecer o no están dispuestos a ofrecer nada nuevo, lo que los hace finalmente disuadir o no adherir a un tratamiento. Por último, muchos participantes manifestaron incertidumbre en el manejo de sus múltiples

comorbilidades, entendiendo el dolor de espalda como uno más de sus tantos problemas de salud sin posible solución (Makris *et al.*, 2015).

Por todo lo anteriormente descrito, es que se vuelve relevante evitar el ageísmo por parte de los profesionales que atienden a personas mayores, debido a que influyen directamente sobre sus decisiones de autocuidado en el futuro, e impacta negativamente en el tratamiento del DLC. Prueba de ello es que la literatura ha documentado que los adultos mayores reducen y evitan la búsqueda de atención sanitaria para tratar el dolor lumbar a causa de este ageísmo y que los responsables de este ageísmo son los propios profesionales de la salud (Hicks *et al.*, 2008; Knauer *et al.*, 2010; Makris *et al.*, 2015), con lo cual el DLC se vuelve un círculo vicioso de no atención, aumento de la severidad y temporalidad.

2.3. Consecuencias en la capacidad funcional generadas por el síndrome de dolor lumbar en el adulto mayor.

La capacidad funcional “comprende los atributos relacionados con la salud que permiten a una persona ser y hacer lo que es importante para ella” (Organización Mundial de la Salud, 2015, p.30). Esta capacidad funcional se compone de la capacidad intrínseca que posee la persona, es decir, todas las capacidades físicas y mentales, además de las características del entorno que afectan esa capacidad, incluidas las interacciones entre la persona y esas características (Organización Mundial de la Salud, 2015).

En el capítulo anterior, se han descritos aquellos factores que influyen en la capacidad intrínseca de una persona mayor y que la hacen susceptible a desarrollar o aumentar la severidad del DLC. En este apartado se describirán aquellos componentes de la capacidad física, que evidencia la literatura, que se encuentran mayormente afectados como son la capacidad aeróbica, el equilibrio y la fuerza muscular; debido a que este dolor impacta directamente en la movilidad, y al mantenerse en el tiempo termina repercutiendo negativamente sobre la capacidad funcional completa, dificultando aquellas actividades que se desarrollan de manera habitual, incluida la interacción con el medio ambiente.

El conocimiento de los efectos sobre la capacidad funcional que tiene el DLC durante el envejecimiento es fundamental, debido a que es la base para la promoción del envejecimiento saludable, definido por la OMS el 2015 como “el proceso de fomentar y mantener la capacidad funcional que permite el bienestar en la vejez” (OMS, 2015, p.30). Con lo cual, la mejora y potenciación de las capacidades físicas afectadas por el DLC va directamente en la promoción de un envejecimiento saludable en esta población.

2.3.1. Consecuencias en la capacidad aeróbica.

El impacto del dolor en el funcionamiento diario de una persona puede expresarse como el aumento en el nivel de discapacidad o una reducción en el rendimiento físico. Es así como la revisión sistemática y metaanálisis de Lim *et al.* (2011) evidenció una relación negativa y moderada entre los niveles de actividad física y discapacidad en personas con DLC, lo que indicaría que son propensas a tener bajos niveles de actividad física sólo por el hecho de tener DLC; lo cual concuerda con lo descrito en los apartados anteriores, debido a que el temor al movimiento es uno de los grandes causales del sedentarismo en esta población (Smeets *et al.*, 2009); razón por la cual es de suma importancia mejorar los niveles de actividad física, que repercuten directamente en los niveles de capacidad aeróbica y consecuentemente reducen la discapacidad a largo plazo (Lin *et al.*, 2011).

La disminución progresiva de la actividad física crea un círculo vicioso en el que la inactividad conduce a un mayor desacondicionamiento físico potenciando la misma inactividad (Smeets *et al.*, 2006). Es así como el estudio de serie de casos prospectivos de Duque *et al.* (2009), en 70 personas con DLC, demostró que a medida que aumentaron los años de edad, las personas redujeron el VO₂ máximo absoluto (-3.3 kg/ml/minutos/década a partir de los 20 a 59 años) y que estos valores de capacidad aeróbica sólo eran comparables con los niveles de personas sanas pero sedentarias, esto significa que una persona solo por el hecho de tener DLC posee basalmente la capacidad aeróbica de una persona sedentaria, y de mantenerse esta condición en el tiempo, existe una reducción en la capacidad aeróbica de -3.3 kg/ml/min por cada década de vida.

Uno de los factores directamente relacionados con la reducción de la capacidad aeróbica en una persona con DLC es la disminución de la capacidad para desplazarse, es así como el estudio de Walsh *et al.* (2004) tras consultar a 101 personas mayores con DLC descubrieron que un 56% de la población estudiada identificaron la disminución en la tolerancia al caminar como uno de los problemas

más importantes en su vida diaria (Walsh *et al.*, 2004). Esto es un factor relevante debido a que caminar es una de las acciones más comunes que realiza el ser humano dentro de sus actividades diarias y es precisamente a través de la marcha, el medio por el cual se interactúa con el entorno que nos rodea y además, se debe considerar que caminar es la actividad física más frecuentemente realizada y una de las formas más seguras de actividad física en la población mayor (Landi *et al.*, 2008). Razón por la cual, se ha transformado en un predictor fuerte e independiente de discapacidad e incluso mortalidad en esta etapa de la vida (Hardy *et al.*, 2011; Klenk *et al.*, 2016; Rolland *et al.*, 2006).

A la vez, las personas con dolor lumbar presentan una caminata más lenta cuando es comparada con los individuos libres de dolor (Lamoth *et al.*, 2002; Spenkeliink *et al.*, 2002) y es precisamente la reducción en la velocidad de marcha la que está directamente relacionada con la disminución en la capacidad aeróbica, incluso después de normalizar los datos por edad, fuerza muscular y sexo (Fiser *et al.*, 2010), lo que sugiere que una disminución en la capacidad de marchar repercute directamente en la capacidad aeróbica y en consecuencia reduce la capacidad funcional.

El estudio de Ogawa *et al.* (2020) evaluó a 302 adultos mayores de la comunidad de una edad promedio de 84 años (rango, 71-101) con el objetivo de investigar la relación entre las características del dolor y el rendimiento de la marcha durante una condición de caminata habitual, así como durante una caminata en que se exponían a doble tarea. Tras evaluar a los participantes los autores demostraron que el dolor crónico estaba fuertemente asociado con un bajo rendimiento en la capacidad para marchar, y además sumaron a este hallazgo que esta reducción era mayor cuando implicaba tareas cognitivamente exigentes, por lo tanto, el dolor crónico puede actuar de manera similar a una doble tarea cognitiva, transformándose en un distractor al caminar en adultos mayores, lo que contribuye a las dificultades de movilidad y al eventual riesgo de caídas.

2.3.2. Consecuencias en el equilibrio

Una de las consecuencias funcionales más características asociadas al síndrome de dolor lumbar geriátrico es el riesgo de caídas, reflejo de lo anterior, es que el estudio de cohorte prospectivo (2008-2010) de Kimachi *et al.* (2019) que incluyó a 1.358 adultos mayores de la comunidad (≥ 60 años) con DLC reportó que un 22.1% de la población tuvo incidencia de caídas en el último año evaluado, de las cuales un 4.6% requirieron tratamiento. En cuanto al análisis de riesgo para desarrollar caídas, el mismo estudio documentó que los adultos mayores con niveles de discapacidad medios a altos que tenían DLC presentaban un riesgo 1.5 veces mayor y este riesgo aumentaba a 2.6 veces para sufrir caídas que requirieran algún tipo de tratamiento dentro del año siguiente (Kimachi *et al.*, 2019).

Apoyando lo anterior, el estudio comparativo transversal de Rosa *et al.*, (2016) que evaluó 104 personas mayores de 65 años con una edad media de 73.4 años que presentaban o no dolor lumbar, determinó que el 57.3% del grupo de personas mayores con dolor lumbar sufrió al menos una caída durante los 12 meses del estudio, versus sólo un 34.6% de las personas mayores que no tuvieron dolor lumbar (Rosa *et al.*, 2016). Cuando se indagó el lugar de las caídas de las personas con dolor lumbar se obtuvo que en un 76.6% estas caídas fueron accidentales y el 70% ocurrieron al aire libre, además de que 4 ancianos fueron hospitalizados consecuencia de este evento adverso (Rosa *et al.*, 2016).

Dentro de los factores que pueden influir en el riesgo de caídas O'Sullivan *et al.* (2003), han indicado que puede deberse a la presencia de músculos posturales débiles y en desequilibrio, a su vez, a la existencia de una disminución en la función propioceptiva, lo cual reduciría la percepción del sentido de posición, sumado a la presencia de dolor. Mientras que el estudio experimental de Lee *et al.* (2016) complementan lo anterior, indicando que, en comparación con los adultos mayores sanos, los adultos mayores con síndrome de DLC en respuesta a una perturbación presentan respuestas posturales más exageradas y de aparición tardía. A su vez, después de sufrir la perturbación, mantenían una latencia de inicio

más prolongada de los movimientos anteriores del centro de presión, lo que se traduce en una capacidad ineficiente de su sistema postural para recuperar el equilibrio y en consecuencia aumenta el riesgo de caer (Lee *et al.*, 2016).

Otro estudio, que caracterizó las consecuencias funcionales del síndrome de dolor lumbar fue el estudio de Hicks *et al.*, (2008) quienes encuestaron a 522 adultos mayores de la comunidad. Los autores informaron que un 26.8% de los participantes presentaban dolor lumbar y un 21% dolor lumbar más dolor de piernas, comprobando que en estas personas existía dos veces más probabilidades de sufrir una caída y asociado a este riesgo, también existía una disminución en la capacidad para realizar actividades de la vida diaria como: cargar bolsas de supermercado, caminar varias cuadras e incluso bañarse.

Por lo tanto, la disminución en el equilibrio asociado al riesgo de caída es una consecuencia funcional característica en personas mayores con DLC, debido a que el dolor repercute en su capacidad para reaccionar ante un evento adverso con una respuesta tardía que podría terminar en consecuencias graves como una fractura.

2.3.3. Consecuencias en la fuerza muscular

Las pérdidas de masa muscular relacionada con la edad (sarcopenia) y su contribución al deterioro funcional está causada en gran medida por las reducciones que se generan en la fuerza muscular, donde la evidencia ha demostrado que estas pérdidas llegan a ser de 2 a 5 veces más grandes que la disminución propia del tamaño muscular (Delmonico *et al.*, 2009). Razón por la cual, la evaluación de la fuerza muscular cobra relevancia en las personas mayores, más que la propia masa muscular, debido a que la fuerza es un indicador directo de capacidad funcional en esta población.

Dentro de las evaluaciones más comúnmente realizadas para caracterizar la fuerza muscular de manera en las personas mayores, se encuentra el examen de

fuerza prensil o agarre de puño, debido a su correlación directa con la fuerza del cuádriceps (Martin *et al.*, 2006), la cual ha sido considerada por sí misma un biomarcador de discapacidad e incluso se ha determinado que un umbral menor a 26 kg en hombres y menor a 16 kg en mujeres, es un predictor directo de discapacidad e incluso mortalidad (McLean *et al.*, 2014).

La caracterización de fuerza muscular es particularmente importante en personas mayores con DLC, debido a que el estudio de Tanishima *et al.* (2017) que analizó los resultados de una cohorte prospectiva de adultos mayores japoneses que participaron del estudio Good Ageing and Intervention Against Nursing Care and Activity Decline (GAINA) el 2014 y que incluyó a 3352 personas con una tasa de envejecimiento del 45%, evidenció que tras analizar las variables individuales que se utilizan para caracterizar la sarcopenia (velocidad de marcha, fuerza prensil e índice de masa muscular), fue la medición de fuerza prensil en los grupos de pre-sarcopenia y sarcopenia que obtuvo un resultado significativamente menor comparado con el grupo de personas sin dolor lumbar (Tanishima *et al.*, 2017). Esto refuerza la afirmación de que la sarcopenia por sí misma no es un factor de relevancia para desarrollar de DLC, y que la fuerza muscular si es un indicador de deterioro funcional en esta condición de salud, con lo cual su evaluación es fundamental en esta población.

Complementando los hallazgos anteriores, el estudio de cohorte prospectivo iISIRENTE de Onder *et al.* (2006) evaluó a 273 personas de la comunidad para determinar si existía la misma asociación entre la presencia de dolor diario y la fuerza muscular pero esta vez en personas muy mayores (80 años y más), debido a que frecuentemente este grupo de edad es minoritario en los estudios, y además, investigaron la relación entre el dolor y el rendimiento funcional tras aplicar una batería que incluyó pruebas de velocidad de marcha en 4 metros, equilibrio y levantarse-sentarse de una silla.

Tras el análisis de los resultados, los autores (Onder *et al.* 2006) lograron demostrar que los participantes que presentaron dolor de manera diaria tuvieron una fuerza de agarre significativamente más baja que el grupo sin dolor (grupo dolor

diario = $29,8 \pm 1$ kg y grupo dolor no diario = 37.3 ± 1.3 , $p < 0.001$) y esta misma relación se demostró en la batería de rendimiento físico (grupo dolor diario = 6.9 ± 0.3 kg y grupo sin dolor diario = 8.4 ± 0.3 kg, $p < 0.001$) (Onder *et al.*, 2006), con lo cual, se demuestra la importancia de realizar un manejo temprano del dolor en esta población, debido a que repercute directamente en la fuerza muscular y capacidad funcional, acercándolos sólo por el hecho de no tratar el dolor a los valores de discapacidad y mortalidad utilizados como umbrales de deterioro.

Asociado a la inactividad física y reducción en la capacidad aeróbica y el equilibrio producto de la edad y potenciado por una alteración en la capacidad funcional, es que evaluar la debilidad en los músculos de las extremidades inferiores también es importante, debido a que se comprometen actividades como la resistencia al caminar, la velocidad de la marcha, agacharse, subir escaleras y levantarse de una silla (Hernandez *et al.*, 2010; Ijzerman *et al.*, 2012). Es en este contexto que el estudio comparativo de Rosa *et al.* (2016) que tuvo por objetivo evaluar la fuerza isométrica de cuádriceps de personas mayores con y sin dolor lumbar evidenció que el grupo de personas mayores con dolor lumbar presentaba significativamente una menor fuerza de este grupo muscular comparado con el grupo control libre de dolor (19.1 ± 8 kg grupo de dolor lumbar versus 23.6 ± 7.1 kg grupo sin dolor lumbar; $p=0.02$).

A la vez, el estudio transversal de Visser *et al.*, (2002), que utilizó datos de referencia de 3075 mujeres y varones de raza blanca y negra entre 70 a 79 años con una condición funcional adecuada, demostró que una menor área muscular del muslo medio y la infiltración grasa de la misma zona se asocian a un menor rendimiento funcional de las extremidades inferiores evaluado con dos pruebas que reproducen dos actividades de la vida diaria como son el test de marcha y levantarse de una silla, independiente de la composición corporal y raza.

Mientras que el icónico estudio de Biering-Sørensen (1984), fue pionero en demostrar que un déficit de fuerza y resistencia de los músculos del tronco era un predictor para padecer DLC en varones adultos, por lo tanto, en personas con esta alteración era importante la evaluación de resistencia de tronco. Sin embargo,

estudios en personas mayores no son frecuentes, es así como en el 2012, Ledoux *et al.* (2012) compararon la capacidad funcional de la musculatura de tronco (fuerza y resistencia) en 29 personas mayores entre 60 y 90 años, de la comunidad Canadiense, con diagnóstico de DLC versus 32 personas sin DLC, demostrando que, al igual que ocurre en personas adultas, las personas mayores con DLC presentan una reducción significativa, hasta 2 veces menor, en la capacidad funcional de la musculatura de tronco (**Figura 10**).

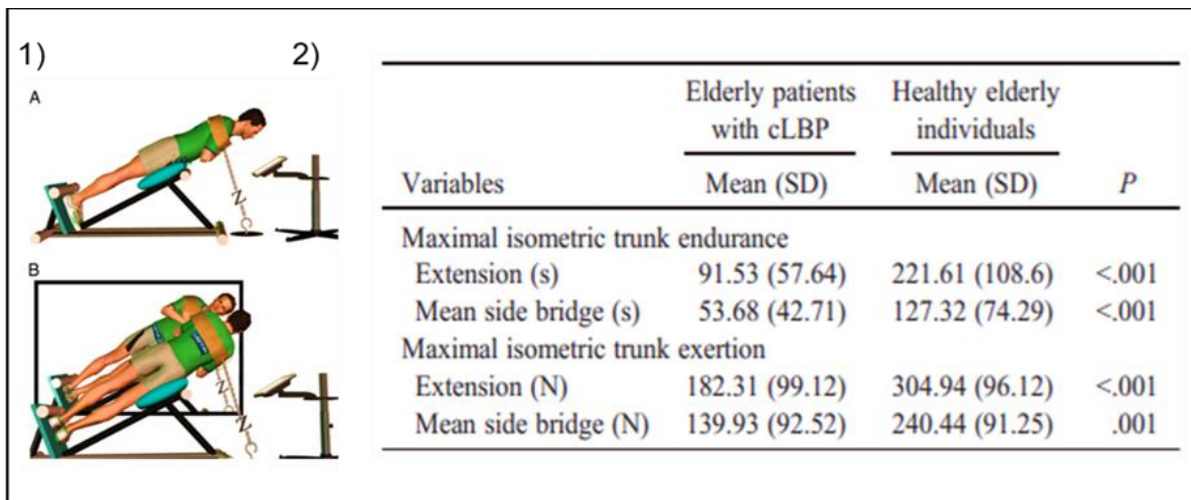


Figura 10. Capacidad funcional de la musculatura de tronco en personas mayores con y sin DLC. 1) La figura muestra la posición para evaluar la resistencia y fuerza de la musculatura de tronco: prono (A) y puente lateral (B), utilizada en el estudio. 2) La tabla resumen la resistencia y fuerza isométrica máxima (segundos) de los músculos del tronco en personas mayores con y sin DLC. Extraído de Ledoux *et al.* (2012).

Además, este mismo estudio Ledoux *et al.* (2012) demostró que tras realizar un análisis de regresión lineal con las variables de capacidad funcional de tronco y los resultados obtenidos en los cuestionarios autoinformados que caracterizaron el nivel funcional (Actividad Física de Baecke e índice de discapacidad de Oswestry) y estado psicológico (escala de Tampa para la kinesiofobia, escala de catastrofismo ante el dolor e Inventario de Ansiedad de Beck) de los participantes; el nivel de actividad física representó el predictor más importante de capacidad funcional,

seguido del índice de discapacidad, con lo cual resulta fundamental aumentar el nivel de actividad física de las personas mayores con DLC a fin de no perder su capacidad para realizar actividades de la vida cotidiana y mantener lo más alto posible su funcionalidad.

Por lo tanto, la reducción de la fuerza muscular global es fundamental para explicar el déficit funcional y es concordante con los hallazgos de Edmond y Felson (2003). Este trabajo es relevante debido a que forma parte del reconocido estudio longitudinal del corazón de Framingham, quienes analizaron 1.007 adultos mayores (edad media: 78 años), confirmando primeramente el alto porcentaje de personas que presentaron sintomatología en la zona lumbar (23.5%) con una asociación de moderada a alta entre estos síntomas y las limitaciones funcionales. Dentro de las limitaciones funcionales más frecuentes reportadas se encontraron en un 63% dificultad para mantenerse de pie en un lugar durante aproximadamente 15 minutos, 59% de dificultad para entrar y salir de un automóvil y un 57% para empujar o tirar de un objeto grande, todo lo anteriormente mencionado, fue especialmente alto entre población adulto mayor femenina con sintomatología dolorosa lumbar (Edmond & Felson, 2003).

2.3.4. Consecuencias en la composición corporal

Asociado a la inactividad física por kinesiofobia que genera el dolor lumbar, se produce un cambio en la composición corporal; es así como el metaanálisis de Shiri *et al.* (2010) que evaluó la asociación entre el sobrepeso/obesidad y el dolor lumbar tras analizar un total de 33 estudios, determinaron que esta asociación es bidireccional; es decir, la obesidad podría causar dolor de espalda baja, o la obesidad puede ser una consecuencia del dolor en la espalda baja.

Esto se debería primeramente a que como hemos visto en apartados anteriores, la inactividad física disminuye, con lo cual disminuye en consecuencia el gasto calórico, aumentando los niveles de adiposidad; y si a esto se suma el aumento de peso, podría aumentar la carga de compresión o aumento de la cizalla

en las estructuras de la columna lumbar durante varias actividades, sumado a que la obesidad puede causar dolor potenciado por la inflamación crónica sistémica de bajo grado (Shiri *et al.*, 2010), que se suma a la propia inflamación de bajo grado generada por el propio proceso de envejecimiento (Franceschi & Campisi, 2014) y a la vez ambas, contribuyen a la inflamación por deterioro de las estructuras estabilizadoras generada por el propio DLC en columna baja.

Complementando lo anterior, el estudio de Teichtahl *et al.* (2015) tras evaluar a 72 adultos sometidos a resonancia magnética con diagnóstico de dolor lumbar evidenció que los niveles más bajos de actividad física se asociaron con una altura media más estrecha del disco intervertebral (-0.63 mm) después de ajustar el los resultados por edad, género y masa corporal, y a la vez, estos niveles de actividad física más bajos también se tradujeron en un riesgo 2.7 veces más alto de infiltración grasa alta (>50%) en los multifidos (**Figura 11**) y 5 veces mayor de presentar dolor de alta intensidad y mayores niveles de discapacidad.

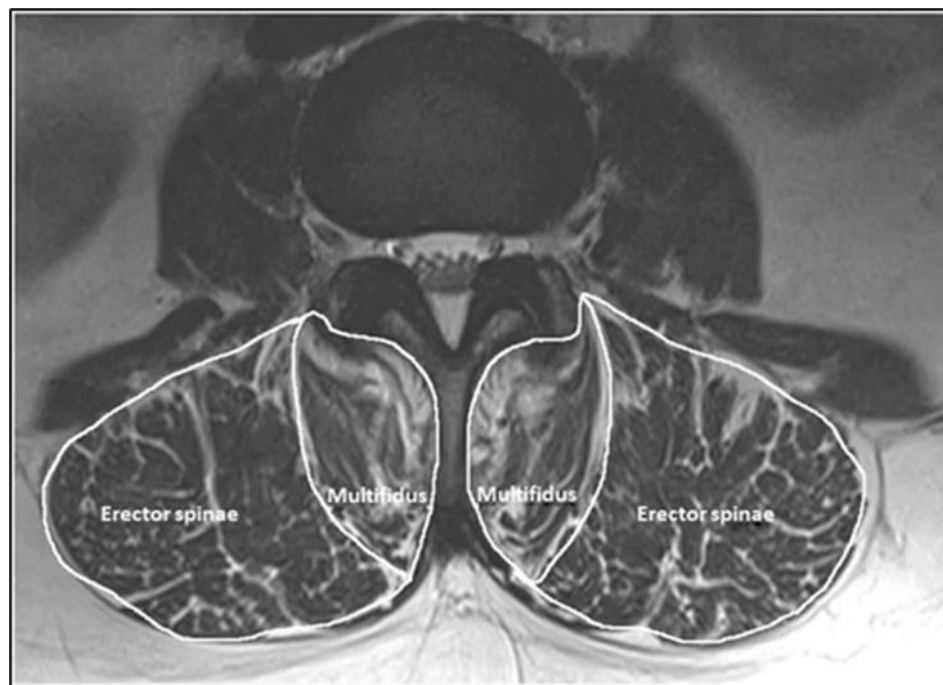


Figura 11. Ejemplo de contenido de multifidos alto en grasa (>50%).
Extraído de Teichtahl *et al.* (2015) .

Este hallazgo, es particularmente importante debido a que la infiltración grasa es un signo de atrofia muscular (Kjaer *et al.*, 2007; Mengiardi, *et al.*, 2006) siendo un posible mecanismo la pérdida continua de estimulación neural y carga mecánica producto de la inactividad que atrofia predominantemente a las fibra musculares tipo I (Ciciliot *et al.*, 2013) que se suma a la atrofia muscular dependiente de la edad que afecta predominantemente a las fibras tipo II (Evans & Lexell, 1995) y que explicarían la disminución en la estabilidad de tronco y la baja capacidad reactiva ante perturbaciones externas que prediponen a caída y lesiones en esta población.

Sumado a lo anterior, el aumento de contenido graso corporal en una persona con dolor lumbar es particularmente importante debido a que la evidencia ha demostrado que los individuos con una mayor masa grasa en todo el cuerpo y en las extremidades superiores e inferiores, son más propensos a tener niveles más altos de intensidad de dolor de lumbar y de discapacidad, independientemente de la cantidad de masa magra que posean (Urquhart *et al.*, 2011). A la vez, la presencia de obesidad se asocia con una serie de condiciones musculoesqueléticas que generan discapacidad de manera significativa y deterioran la calidad de vida de las personas mayores incluido el dolor de lumbar (Anandacoomarasamy *et al.*, 2008).

Complementando lo anterior, el estudio de Andersen *et al.*, (2003) examinó la relación entre el índice de masa corporal (kilogramos por metro al cuadrado) y el dolor en tres zonas del cuerpo: rodilla, cadera y espalda, en una muestra de adultos estadounidenses de 60 años y más pertenecientes a la población de la Tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES III) evidenciando que con independencia de la zona corporal evaluada las estimaciones de prevalencia aumentaron con un índice de masa corporal más elevado indicativo de sobrepeso y obesidad. En el sentido inverso, la investigación también ha evidenciado que una reducción del 14% en el peso corporal, tras un programa de pérdida de peso alimentario de 12 semanas, genera una mejora significativa en la reducción del dolor corporal en la espalda, e incluso lo elimina en algunos participantes (Larsson, 2004).

Por todo lo anteriormente descrito, es que una intervención que mejore la composición corporal y aumente los niveles de actividad física en personas mayores con DLC repercutirá no solo en la capacidad funcional, sino que también en la intensidad del dolor e inflamación sistémica; y en consecuencia disminuirán los niveles de sobrepeso u obesidad que potencian la disfunción y expresión de las enfermedades metabólicas.

2.4. Alternativas de tratamiento en el dolor lumbar crónico en personas mayores.

El tratamiento recomendado para intervenir el DLC en personas mayores comprende una amplia gama de estrategias, que incluyen electroterapia, terapia manual, terapia cognitivo-conductual, tareas graduadas y ejercicio aeróbico, de fuerza/resistencia y flexibilidad (Ishak *et al.*, 2016; Simon & Hicks, 2018), sin embargo, no existe un enfoque único que haya sido capaz de situarse por encima del resto de tratamientos (Haldeman & Dagenais, 2008) puesto que aún no se ha podido determinar qué estrategia es la óptima (Henchoz & Kai-Lik, 2008).

Esta situación hace que sea muy difícil para los médicos, fisioterapeutas, preparadores físicos, políticos, aseguradoras y los propios pacientes tomar decisiones con respecto a qué tratamiento o intervención es el más adecuado para el hacer frente a es DLC, y más aún en el adulto mayor (Liddle *et al.*, 2004).

Sumado a lo anterior, existe una escasez de evidencia científica sobre estrategias de tratamiento seguras y eficaces para el DLC inespecífico en personas mayores, debido a que en general se les excluye de la mayoría de las investigaciones clínicas (Ferreira & de Luca, 2017). Es por lo que a continuación, se describirán las alternativas más frecuentemente utilizadas en personas mayores y su utilidad y evidencia científica:

- Educación.
- Fisioterapia.
- Terapia conductiva – conductual.
- Farmacoterapia.
- Cirugía.
- Ejercicio.

2.4.1. Educación.

La educación es un componente básico y crucial en el tratamiento, donde resulta fundamental que las personas comprendan el síndrome y sean participantes activos en el proceso de recuperación o manejo, siendo ejes fundamentales la educación en la mantención de un estilo de vida saludable, alcanzar y mantener un peso adecuado y hacer ejercicio (Quinlan-Colwell, 2012).

El autocuidado, incluida la educación de la persona sobre comportamientos saludables, se considera cada vez más como un ingrediente crítico de los servicios de atención médica integrales. En cuanto a la evidencia disponible respecto a la educación como intervención para el tratamiento del DLC en personas mayores, se encuentra el ensayo aleatorio de Hass *et al.* (2005) que tuvo por objetivo evaluar la eficacia del Programa de Autogestión de Enfermedades Crónicas para el DLC en adultos mayores de 60 años y más, el cual consistió en realizar un taller comunitario de 6 semanas facilitado por dos líderes comunitarios capacitados que también vivían con dolor de espalda que realizaban clases a grupos pequeños por un total de 2,5 horas semanales.

Esta intervención demostró que un aprendizaje de estrategias para manejar el dolor por parte de los participantes tuvo un efecto positivo en las personas mayores, sin embargo, no existió una ventaja de este tipo de talleres por sobre otras intervenciones en el manejo del dolor (resultado primario), la salud general, la autoeficacia y ciertas actitudes de autocuidado, pero sí pudo contribuir en la reducción de los niveles de discapacidad, días con discapacidad, bienestar emocional y fatiga (Haas *et al.*, 2005) en esta población.

Razón por la cual, una intervención no solamente se debe basar en la educación, sino que además debe complementarse con los beneficios de otras terapias enfocadas primeramente en la reducción del dolor y de manera crónica, en el aumento de la capacidad funcional, donde la educación puede ser una estrategia complementaria a estos enfoques.

2.4.2. Fisioterapia.

La derivación a fisioterapia es beneficiosa durante las fases agudas del dolor. Las intervenciones incluyen la aplicación de agentes físicos y también masoterapia (Quinlan-Colwell, 2012). A continuación, se revisarán algunas de las alternativas mayormente utilizadas en el tratamiento del DLC:

- ***Estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS).***

Es una modalidad terapéutica no invasiva. Los dispositivos utilizados para la aplicación de una TENS estimulan los nervios periféricos a través de electrodos de superficie de la piel a intensidades bien toleradas y son capaces de ser autoadministradas por la persona, previa capacitación (Khadilkar *et al.*, 2005).

Khadilkar *et al.* (2005) realizaron una revisión sistemática donde se encontraron sólo dos ensayos clínicos controlados aleatorizados que intervinieron a 175 pacientes concluyendo que existían pruebas incoherentes para apoyar el uso de la TENS como tratamiento único en el manejo del DLC y que se requerían mayores ensayos controlados aleatorios, multicéntricos para evaluar la verdadera eficacia de esta herramienta terapéutica.

- ***Terapia calor o frío superficial.***

Incluye todo tipo de terapias de calor o frío, como hielo, toallas frías, paquetes de gel, compresas y masaje de hielo; botellas de agua caliente, piedras calentadas, paquetes de calefacción llenos de semillas, cataplasmas, toallas o baños calientes, saunas, vapor, envolturas de calor, almohadillas de calor y lámparas infrarrojas (French *et al.*, 2006).

French *et al.* (2006) tras realizar una revisión sistemática en que se incluyeron nueve ensayos en los que participaron 1117 participantes demostraron que la evidencia para apoyar la práctica común de calor superficial y frío para el dolor de espalda baja es limitada, y hay una necesidad de futuros ensayos

controlados aleatorizados de mayor calidad. Además, los autores señalaron que existía una evidencia moderada en un pequeño número de ensayos que lograron demostrar que la terapia con envoltura térmica proporcionaba una pequeña reducción a corto plazo en el dolor y la discapacidad en una población con una mezcla de dolor agudo y subagudo de espalda baja, y que la adición de ejercicio reducía aún más el dolor y mejoraba la función de las personas mayores.

En cuanto a los efectos de la terapia con frío, no hay pruebas suficientes que respalden su uso en el alivio del dolor de espalda baja y es contradictoria en demostrar cualquier diferencia entre el calor y el frío para la mejora este dolor (French *et al.*, 2006).

- **El masaje.**

El uso del masaje para el tratamiento del dolor lumbar es popular y tiene una larga historia de uso en toda una gama de culturas. Se define como “manipulación de tejidos blandos con las manos o un dispositivo mecánico” (Furlan *et al.*, 2002).

La revisión Cochrane (Furlan *et al.*, 2015), que incluyó 25 ensayos clínicos, determinó que existe muy poca evidencia que respalde que el masaje sea un tratamiento eficaz para el dolor lumbar cuya calidad metodológica es baja o muy baja. Y si bien, para dolor lumbar agudo, subagudo y crónico presentó mejorías en los resultados para la reducción del dolor, esto fue solamente a corto plazo, es decir hasta 6 meses posteriores de la intervención. Como beneficio se menciona que independiente de sus escasos efectos, es una terapia que genera muy pocos efectos adversos o son leves, con lo cual, no hay iatrogenia en su utilización.

- **Manipulación espinal.**

La revisión sistemática de de Luca *et al.* (2017) que tuvo por objetivo revisar la eficacia y seguridad de las intervenciones de terapia manual sobre el dolor y la

discapacidad en personas mayores con DLC. De un total de 405 artículos identificados, 38 artículos fueron evaluados a texto completo, donde finalmente solo 4 estudios cumplieron con los criterios de inclusión. Los estudios utilizaron diversas técnicas como la manipulación “Thrust”, masaje tradicional Thai, terapia manipulativa espinal y técnicas quiroprácticas. Si bien, en la mayoría de los casos, las técnicas fueron efectivas en mejorar en el tiempo el dolor y el nivel de discapacidad, este efecto no tubo diferencias significativas entre los grupos de intervención con lo que fueron compararon. Por lo tanto, aunque existe evidencia moderada para apoyar el uso de la terapia manual, la evidencia actual limita la capacidad de hacer recomendaciones clínicas, requiriéndose mayor número de ensayos clínicos que entreguen evidencia contundente.

Esto había sido confirmado previamente en una revisión sistemática de Cochrane el año 2010, quien tras revisar los efectos de las intervenciones quiroprácticas combinadas (con una combinación de terapias, diferente de la manipulación espinal sola) en paciente adultos (18 años y más) con dolor lumbar había puesto en evidencia que estas intervenciones mejoraban ligeramente el dolor y la discapacidad a corto plazo, así como el dolor a medio plazo para el dolor agudo y subagudo, sin mejoras significativas para el DLC. Sin embargo, no existieron pruebas que su utilización generara una diferencia clínicamente significativa en el dolor o la discapacidad en los pacientes en comparación con otras intervenciones (Walker *et al.*, 2010), con lo cual no se puede respaldar su elección por sobre otras terapias más conservadoras.

- **Acupuntura.**

La acupuntura es un método para estimular puntos específicos en la superficie corporal con agujas finas. La acupuntura se deriva de la medicina tradicional china y se ha utilizado durante más de dos mil años para tratar enfermedades (Maher, 2004).

Menge *et al.* (2003) demostraron que la acupuntura con estimulación eléctrica a 4-6 Hz, dos veces por semana durante cinco semanas, es un tratamiento

adyuvante eficaz y seguro a la terapia estándar farmacológica para el DLC en pacientes de edad avanzada. Esta terapia redujo en 4 puntos la discapacidad evaluada con la escala de Roland Morris modificada y este efecto se mantuvo hasta 4 semanas (Meng *et al.*, 2003), sin embargo, es una terapia invasiva que depende de la aplicación de un terapeuta capacitado en la técnica para obtener dichos efectos analgésicos, con un tiempo limitado de analgesia.

2.4.3. Terapia conductiva-conductual.

La terapia conductual es un término amplio que se refiere a la psicoterapia clínica que utiliza técnicas derivadas del conductismo y se utiliza a menudo en conjunto con la psicología cognitiva, en este contexto Vitoula *et al.* (2018) en una revisión bibliográfica de 42 artículos los autores reportaron que este tipo de terapia era eficaz en personas con DLC debido a que es capaz de alterar la percepción del dolor y contribuye a recuperar su funcionalidad, obteniendo mejores resultados cuando el tratamiento es personalizado a las necesidades de cada paciente (Vitoula *et al.*, 2018)

El ensayo clínico de Monrone *et al.* (2016) que intervino a un grupo de 140 adultos mayores (65 años o más) con DLC versus un grupo control sometido a un programa de educación para la salud, durante 8 semanas, demostró que el grupo de intervenido con el programa mente-cuerpo obtuvo una mejora de 3.5 puntos en el Cuestionario para evaluar la incapacidad física de Roland – Morris y estas mejoras se mantuvieron a los 6 meses posteriores a la intervención (3.4 puntos), mientras que el grupo de control presentó un cambio de 2.3 puntos y 2.8 puntos a los 6 meses con un tamaño del efecto correspondientes entre grupos a las 8 semanas y 6 meses de 0.23 y 0.08, respectivamente.

Además del cambio medio producido con el tiempo en las puntuaciones de dolor, fue posible comprobar que la proporción de participantes con una mejora clínicamente significativa fue de un 30% y si bien, existió una mejora funcional en 8

semanas, lamentablemente ésta mejora no se sostuvieron en el tiempo (Monrone, et al., 2016).

2.4.4. Farmacoterapia.

La farmacoterapia utilizada en el dolor lumbar tiene una mayor gama de opciones para el control del dolor agudo, y se reduce considerablemente para el tratamiento del DLC (Tsui *et al.*, 2010).

Las alternativas farmacológicas más frecuentes utilizadas para su tratamiento se resumen en la **Figura 12**.

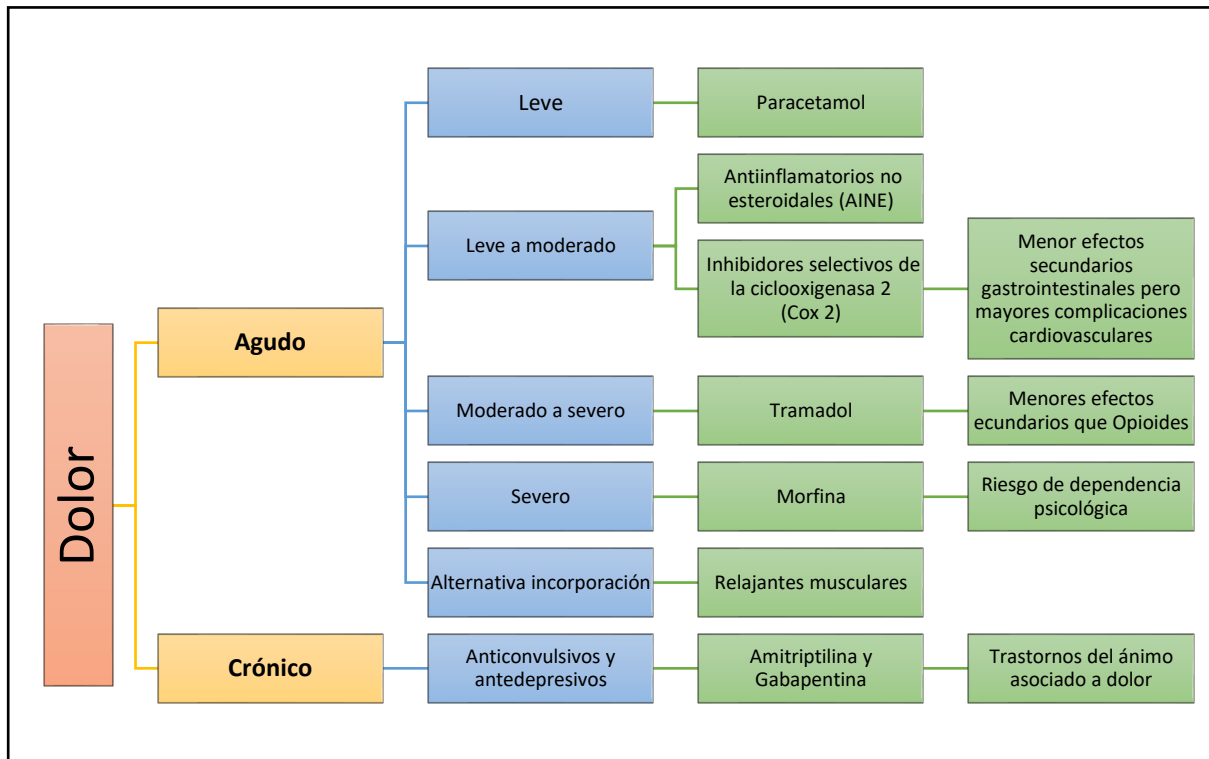


Figura 12. Alternativa de terapia farmacológica utilizada para tratar DLC en personas mayores. Elaboración propia.

El Colegio Americano de Médicos recomendó (Grado: recomendación débil, evidencia de calidad moderada) que “en pacientes con DLC que han tenido una

respuesta inadecuada al tratamiento no farmacológico, los médicos y pacientes deben considerar el tratamiento farmacológico con antiinflamatorios no esteroideos como terapia de primera línea, o tramadol o duloxetina como terapia de segunda línea. Los médicos sólo deben considerar los opioides como una opción en pacientes en que no han tenido efecto los tratamientos antes mencionados y sólo si los beneficios potenciales superan los riesgos, siempre previo a una discusión sobre riesgos conocidos y beneficios realistas (Qaseem *et al.*, 2017). Sin embargo, siempre se debe hacer hincapié en la terapia no opiácea como el tratamiento preferido para hacer frente al dolor crónico (Dowell *et al.*, 2016). Sin desconocer, que el uso a largo plazo de medicamentos analgésicos se ha asociado a angustia psicológica como la depresión, y un mayor riesgo de otros problemas de salud como caídas, fracturas y disfunción sexual (Chou *et al.*, 2015; Maher *et al.*, 2017), lo cual puede potenciar otros efectos causado por el DLC como son la depresión y el riesgo de caídas.

Es en este último punto que, aquellos tratamientos farmacológicos no opiáceos son recomendados para el tratamiento del dolor crónico en adultos mayores, por no tener estos efectos secundarios. Es así como los medicamentos tópicos se han vuelto una alternativa terapéutica en estos casos. Entre los medicamentos tópicos disponibles se encuentran el mentol, la capsaicina, la lidocaína y el diclofenaco (Dowell *et al.*, 2016). Y es precisamente el mentol, el tratamiento farmacológico de preferencia en adultos mayores con dolor musculoesquelético debido a que asociado a la sensación de frescura, alivia el dolor con mínimos efectos secundarios, al contrario de la capsaicina que genera una sensación de ardor más desagradable, la lidocaína que detiene las señales eferentes dolorosas generando un entumecimiento en la zona siendo más recomendado para dolor neuropático y por último, el diclofenaco, que si bien es efectivo para el control del dolor musculoesquelético al ser un AINEs puede generar reacciones adversas gastrointestinales (Dowell *et al.*, 2016). Razón por la cual, en esta tesis doctoral, se utilizará el mentol como un tratamiento coadyuvante a una terapia con ejercicios y sus propiedades se describirán en mayor detalle en el punto 2.6.2.

Otras alternativas farmacológicas pero invasivas, es la inyección de corticosteroides y anestésicos locales. Al inyectar en el área dolorosa, el médico tratante a veces puede hacer un diagnóstico específico del origen del dolor y planificar una intervención específica según los resultados de esta inyección. Las estructuras comúnmente inyectadas incluyen la articulación sacroilíaca, la articulación cigapofisaria (faceta), la raíz nerviosa, el espacio epidural y el disco intervertebral. Sin embargo, no existe evidencia convincente de que estos diferentes procedimientos de intervención sean más efectivos para controlar el DLC (Tsui *et al.*, 2010) que otras alternativas terapéutica no invasivas antes nombradas.

2.4.5. Cirugía.

Los resultados de la cirugía para el dolor de espalda crónico han sido variables. Incluso si se indica un procedimiento quirúrgico en casos en que se ha identificado radiológicamente un disco degenerado y con síntomas concordantes, los resultados a menudo se ven complicados por otras variables psicosociales y no siempre se garantiza un resultado exitoso, sin embargo, se indica cirugía en aquellos casos en que los síntomas no pueden controlarse adecuadamente con el tratamiento conservador (Tsui *et al.*, 2010).

La cirugía de fusión vertebral es la comúnmente utilizada en casos cuidadosamente seleccionados y ha contribuido a disminuir el nivel de dolor y la discapacidad (Tsui *et al.*, 2010). Sin embargo, no está indicada en la mayoría de los síndromes de dolor lumbar en los ancianos, a excepción de la estenosis espinal lumbar y algunos casos de espondilolistesis con estenosis (Jones *et al.*, 2014) debido a los días cama asociados al procedimiento y a los propios riesgos de la intervención, que implican asumir un riesgo operatorio en personas mayores que por lo general tienen asociadas múltiples comorbilidades crónicas.

2.4.6. Tratamientos basados en la prescripción ejercicios.

Las pautas internacionales actuales para el tratamiento del dolor lumbar no específico crónico ya no recomiendan reposo prolongado en cama como intervención en quienes presentan DLC, por el contrario, recomienda que los pacientes se mantengan activos debido a que se ha evidenciado que alivia los síntomas más rápido, genera menor discapacidad crónica, menor ausentismo laboral y una tasa de recuperación más rápida (Tsui *et al.*, 2010).

La intervención con ejercicios es probablemente el tipo de tratamiento conservador más utilizado en todo el mundo entre las diferentes estrategias de actuación que existen (Ej.: cirugía, tratamiento farmacológico y las intervenciones no médicas) (van Middelkoop *et al.*, 2010). De hecho, es conocido que el ejercicio físico es eficaz para mejorar de manera aislada todas las alteraciones de salud anteriormente expuestas como el dolor, la pérdida de función y el empeoramiento de la composición corporal (Foster *et al.*, 2018) **Tabla 1.**

Es en este contexto que la terapia utilizando ejercicio físico, es decir, aquella en la que se utilizan una “serie de movimientos específicos con el objetivo de entrenar o desarrollar el cuerpo mediante una práctica rutinaria o entrenamiento físico para promover la buena salud física” (Abenhaim *et al.*, 2000) se ha transformado en una opción efectiva de tratamiento conservador para el tratamiento del DLC (Maher, 2004).

La principal diferencia entre actividad física y ejercicio radica en que el ejercicio está planificado y estructurado, interrumpiendo la homeostasis corporal a través de la actividad muscular concéntrica, excéntrica y/o isométrica e implica movimientos repetitivos (Winter & Fowler, 2009), mientras que la actividad física no está estructurada, e incluye cualquier movimiento que implique contracción de los músculos esqueléticos que requieren gasto de energía caracterizado por las actividades de la vida diaria como caminar y hacer las tareas domésticas (Robb, 2009), de este modo la práctica de ejercicio físico es fundamental para que una

persona con DLC aumente sus niveles de actividad física, que hemos visto en capítulos anteriores se relaciona como causa y consecuencia con el DLC.

Tabla 1. Principales recomendaciones para la práctica de ejercicio en personas mayores.

Recomendaciones clínicas	Grado de evidencia	Referencias
Para los adultos mayores, cualquier actividad física es mejor que ser sedentario. Reducir el tiempo de sedentarismo tiene beneficios cardiovasculares, metabólicos y funcionales.	B	Bankoski <i>et al.</i> (2012) Chodzko-Zajko <i>et al.</i> (2009) Elosua <i>et al.</i> , (2005) Garber <i>et al.</i> , (2011) Warburton <i>et al.</i> , (2006)
El entrenamiento de resistencia preserva la fuerza muscular y el funcionamiento físico en los adultos mayores.	A	Nelson <i>et al.</i> , (2007) Liu y Latham (2009)
Para promover y mantener la salud, los adultos mayores deben aspirar a realizar al menos 150 minutos de actividad aeróbica de intensidad moderada y dos o más días de entrenamiento de resistencia por semana	B	Colberg <i>et al.</i> (2010) Garber <i>et al.</i> (2011) Nelson <i>et al.</i> (2007)
Los ejercicios de flexibilidad mejoran y mantienen el rango de movimiento de las articulaciones en los adultos mayores.	C	Colberg <i>et al.</i> (2010)
Los ejercicios de equilibrio (por ejemplo, Tai Chi, yoga) pueden mejorar o mantener la función física y reducir las caídas en los adultos mayores con riesgo de caídas.	A	Gillespie <i>et al.</i> (2012) Sherrington <i>et al.</i> (2011)
La actividad física disminuye el riesgo de enfermedades crónicas y mejora el tratamiento	B	Colberg <i>et al.</i> (2010) Warburton <i>et al.</i> (2006) Group Diabetes Prevention Program Research <i>et al.</i> (2006)
A = pruebas consistentes y de buena calidad orientadas al paciente; B = pruebas inconsistentes o de calidad limitada orientadas al paciente; C = consenso, evidencia orientada a la enfermedad, práctica habitual, opinión de expertos o series de casos.		

Respecto a los beneficios que se han descrito para la práctica de ejercicio físico es el de aumentar la capacidad aeróbica y la fuerza muscular, especialmente de los músculos extensores lumbares siendo de suma importancia para que las personas que padecen DLC realicen sus las actividades de la vida diaria (Smith *et al.*, 2011).

Una revisión sistemática de Vadalá *et al.* (2020) que tuvo por objetivo evaluar la eficacia de la práctica de ejercicio físico para mejorar la discapacidad y el dolor en personas mayores (> 65 años) con DLC no específico entre los años 1992 y 2018, que incluyó un total de 12 estudios (7 ensayos controlados aleatorios, 3 ensayos controlados no aleatorios, 1 estudio previo y posterior a la intervención y 1 serie de casos) evidenció una variabilidad extrema en el tipo, duración, intensidad y modalidad de ejecución de los programas propuestos, así como también las diferentes partes del cuerpo en el que se centró este entrenamiento, lo que hizo imposible recomendar un protocolo específico en la población de edad avanzada. Sin embargo, independiente de esta situación, existió una tendencia a la mejora del dolor y la discapacidad, razón por la cual, evidenció la necesidad de realización de un mayor número de estudios con buena calidad metodológica que permitieran entregar recomendaciones claras para esta población (Vadalá *et al.*, 2020).

El Colegio Americano de Médicos (ACP), por su parte, han recomendado y reconocen con un grado de evidencia fuerte que “para pacientes con dolor lumbar crónico, los médicos y pacientes deben seleccionar inicialmente el tratamiento no farmacológico con ejercicio, rehabilitación multidisciplinaria, acupuntura, reducción del estrés basado en la atención plena (evidencia de calidad moderada), Tai Chi, yoga, ejercicio de control motor, relajación progresiva, biorretroalimentación de electromiografía, terapia láser de bajo nivel, terapia cognitivo-conductual o manipulación de la columna vertebral (evidencia de baja calidad) (Qaseem *et al.*, 2017).

Dentro de las alternativas de ejercicio físico se encuentran una gran variedad de modalidades, donde primero se revisarán aquellas que pertenecen a la categoría de disciplinas cuerpo-mente (pilates, Yai Chi y Yoga) y posteriormente las

que se basan en entrenamiento tradicional de las capacidades físicas, describiendo la evidencia para cada una de ellas:

2.4.6.1. Disciplinas de ejercicio cuerpo-mente.

- **Pilates.**

Es una modalidad de ejercicio que se asocia con la prevención de lesiones y la mejora del equilibrio, la postura y la vida psicológica en las personas mayores (deSiqueira Rodrigues *et al.*, 2010) centrado en el control motor de los músculos profundos del tronco y del suelo pélvico, así como en la estabilización lumbar-pélvica (Wells *et al.*, 2012).

La evidencia de baja calidad mostró que Pilates resultó generar pequeños efectos o no claros sobre el dolor y sin efectos contundentes sobre la función en comparación con el cuidado habitual que pudiese tener una persona más la actividad física. Además, la evidencia también de baja calidad no mostró diferencias claras tras comparar Pilates con otros tipos de ejercicio para el dolor o la función (Qaseem *et al.*, 2017).

Respecto a estudios que hayan utilizado Pilates en personas mayores con DLC se encuentra el ensayo clínico de Cruz-Díaz *et al.* (2015) quienes evaluaron los efectos de 6 semanas de Pilates complementario a la terapia con TENS, con respecto al equilibrio funcional, el miedo a las caídas y el dolor. Para ello se conformaron dos grupos aleatorios: un grupo experimental sometido a TENS y Pilates y el grupo control fue intervenido solo con TENS. El tratamiento con TENS utilizó una frecuencia de pulso de 100 Hz durante 40 minutos y 20 minutos de masaje y estiramiento de la zona lumbar. El grupo experimental, además de este tratamiento recibió dos sesiones semanales de ejercicios de Pilates (una hora por sesión). Los resultados de este ensayo demostraron que el miedo a caer disminuyó significativamente después de seis semanas de intervención solo en el grupo intervenido con Pilates (moderado, ES = 0.55) además de una mejora en el equilibrio

evaluado con el Test Timed Up and Go (TUG) que fue particularmente marcado para el grupo de Pilates (ES = 1.29). En cuanto al dolor, se observó que ambas intervenciones fueron efectivas en el manejo de intensidad del dolor lumbar, con mejores resultados en el grupo de Pilates.

Con lo cual la aplicación del método de entrenamiento Pilates parece tener efectos positivos cuando es aplicado de manera complementaria a la aplicación de terapia analgésica como el TENS y masaje. Sin embargo, los mayores beneficios se encuentran en aspectos funcionales como equilibrio, deambulación y reducción del temor de estas actividades, más que un efecto analgésico propiamente tal.

- **Tai Chi.**

Tai Chi es una modalidad de entrenamiento desarrollada en China y es ampliamente practicado por personas de diferentes grupos de edad en el mundo (Liu *et al.*, 2018). Como cualquier otro tipo de modalidad de ejercicio físico se centra en el trabajo de la fuerza muscular, la función cardiorrespiratoria y la flexibilidad funcional, con el diferenciador de la conexión cuerpo - mente; esta conexión se logra mediante la coordinación de los movimientos fluidos lentos con la relajación musculoesquelética, el control respiratorio y la concentración mental en un estado de meditación (Liu & Latham, 2009; Lou *et al.*, 2018).

El ensayo clínico de Liu *et al.* (2019) exploró los efectos de la Tai Chi en el dolor y la discapacidad funcional en personas mayores (50 años y más) con DLC para ello trabajaron con 3 grupos: Grupo de Tai Chi estilo Chen (n=5), Grupo de estabilización de core (n=15) y grupo de control (n=13) durante 12 semanas con una frecuencia de 3 veces a la semana. Tras la intervención se pudo demostrar que tanto los grupos que entrenaron en Tai Chi como de estabilización de core mejoraron significativamente el dolor, sin embargo, ninguno de los grupos mejoró la propiocepción de extremidades inferiores. El estilo Chen de Tai Chi en particular, tiene como diferenciador que da mayor énfasis en los movimientos en espiral, alternando la velocidad de estos que pueden proporcionar estimulación adicional

para los músculos lumbares, sin embargo, no se ha posicionado por sobre a una intervención centrada en la musculatura del Core.

- **Yoga.**

El yoga se considera como una forma de medicina de conexión cuerpo-mente y es considerado una parte de la medicina complementaria y alternativa, que crea equilibrio interno, físico y emocional a través del uso de posturas llamadas asanas, que se combinan con técnicas de respiración o pranayama que se basan principalmente en contracciones musculares isométricas (Posadzki & Ernst, 2011)

La evidencia de baja calidad ha demostrado que el yoga genera una pequeña disminución en la intensidad del dolor en comparación con otra modalidad de ejercicio y cuando es comparado con una intervención educativa genera una pequeña disminución en la intensidad del dolor a corto plazo (12 semanas) pero no a largo plazo (aproximadamente 1 año) además de un pequeño aumento en la función a corto y largo plazo (Qaseem *et al.*, 2017).

Un ensayo clínico realizado por Teut *et al.* (2016) en 176 adultos mayores de edad media 73 ± 5.6 años, evaluó la eficacia de la reducción del DLC en adultos mayores utilizando clases de yoga ($n=61$; 24 clases de 45 minutos) o clases de Qigong ($n= 58$; 12 clases, 90 min) en comparación con ninguna intervención (grupo control $n= 57$) durante 3 meses y tras un seguimiento posterior de 3 y 6 meses. Cabe destacar que Qigong es otra práctica de la medicina china que combina movimientos corporales suaves con respiración y atención plena. Tras la intervención, la intensidad del dolor se redujo en 1.71 puntos en el grupo de Yoga, 1.67 para el grupo Qigong y 1.89 para el grupo control, sin embargo, no se observaron diferencias entre los grupos estadísticamente significativas. Por lo tanto, este estudio demostró que Yoga y Qigong no eran superiores a ningún tratamiento para reducir el dolor y aumentar la calidad de vida en personas mayores con DLC.

2.4.6.2. Alternativas de ejercicio tradicional.

Debido a que la reducción de la fuerza (Holmes *et al.*, 1996; Mayer *et al.*, 1985; Risch *et al.*, 1993; Rissanen *et al.*, 1995), flexibilidad (Vincent *et al.*, 2011; Rainville *et al.*, 1992) y resistencia aeróbica (van der Velde & Mierau, 2000) están presentes en muchas personas con DLC, los programas de ejercicio para tratar este síndrome, por lo general, incluyen el entrenamiento de estas cualidades físicas (Hayden *et al.*, 2005; Mannion *et al.*, 2001; van der Velde & Mierau, 2000; van Tulder *et al.*, 2000), sin embargo, la evidencia resulta escasa y heterogénea, imposibilitando recomendar una modalidad en particular para el abordaje de personas mayores con este síndrome (Kuss *et al.*, 2015).

A continuación, se describirán los beneficios de los ejercicios de Fuerza, flexibilidad y resistencia aeróbica, con la respectiva evidencia en la literatura:

- **Ejercicios de Flexibilidad:**

Se pueden utilizar ejercicios de flexibilidad o estiramientos para restaurar el rango de movimiento normal del tronco que se encuentra alterado consecuencia del DLC, sin embargo, para que sea beneficioso deben realizarse el estiramiento en la gama final fisiológica de la persona sin que esto induzca molestias (Rainville *et al.*, 2004) **Figura 13.**

El estudio de França *et al.* (2012) que tuvo por objetivo comparar los efectos de 2 programas de ejercicios, uno con ejercicios de estabilización segmentaria de columna versus estiramiento de los músculos del tronco y los tendones de la corva, sobre la discapacidad funcional, el dolor y la activación del músculo transversal del abdomen, en personas adultas con DLC, durante un tiempo de 6 semanas, con una frecuencia de 2 veces por semana y una duración de 30 minutos por sesión, permitió evidenciar que el entrenamiento basado en

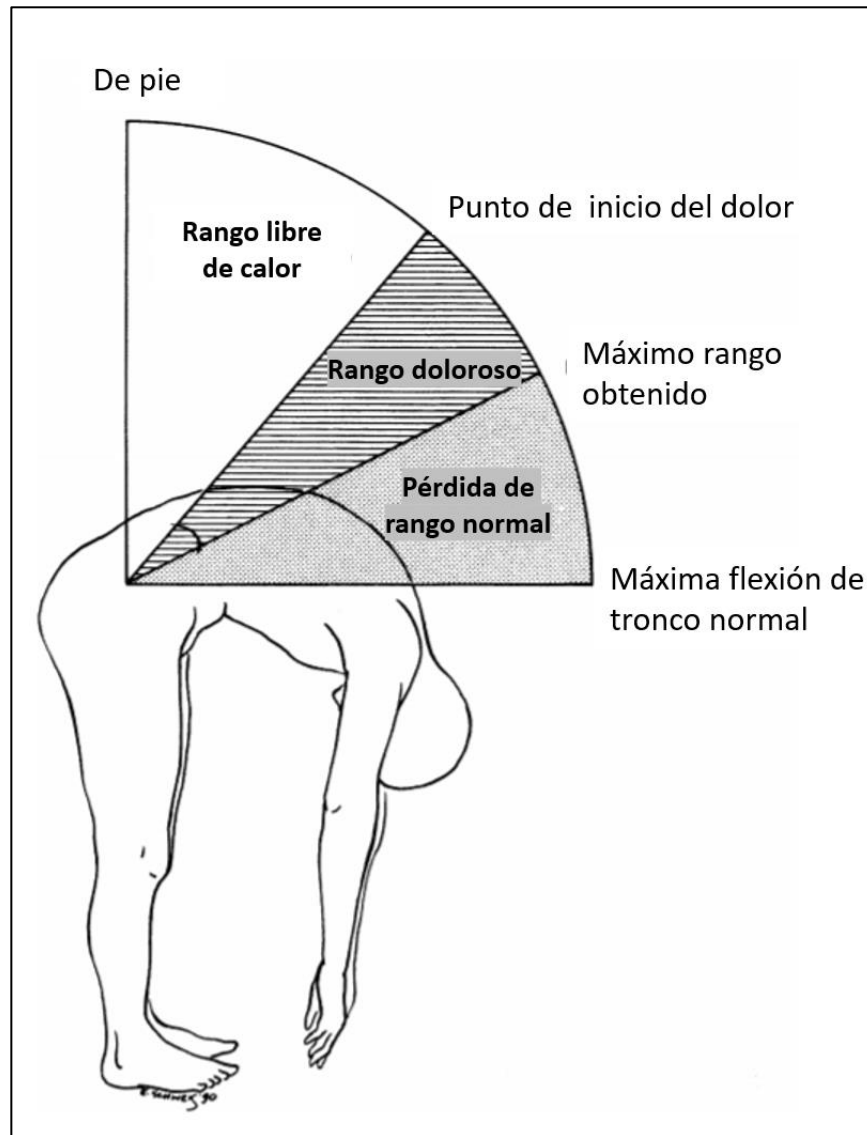


Figura 13. Patrón de flexión del tronco frecuentemente observado en pacientes con dolor lumbar crónico. Extraído y traducido de Rainville *et al.* (2004).

estiramiento muscular disminuyó significativamente la sensación de dolor a corto plazo (56% menos; $p < 0.001$) y mejoró la evaluación de discapacidad de los participantes (52% menos; $p < 0.001$), sin embargo, no generó cambio en la contracción del músculo transversal abdominal, lo cual sí ocurrió en el grupo que entrenó la estabilización segmentaria. Razón por la cual, este tipo de programas de entrenamiento en que se privilegia la contracción es recomendado como parte de

rutinas de entrenamiento programadas, puesto que alivian la sensación de dolor a corto plazo, pero no superan ni reemplazan los efectos de cualquier otro programa de ejercicio centrado en la estabilización de la columna.

- **Ejercicios de Fuerza muscular:**

Se ha documentado que una reducción en la resistencia de la musculatura del Core, puede conducir a una inestabilidad lumbar y esto a su vez, generar una reducción en la flexibilidad de la columna lumbar, reduciendo la movilidad del tronco (Cho *et al.*, 2014; Willson *et al.*, 2005) y a la vez, el mismo dolor lumbar genera como consecuencia una reducción de la resistencia del core y esta inestabilidad potencian la disfunción. Razón por la cual, los ejercicios dirigidos a activar los músculos profundos abdominales incluidos los músculos superficiales, transverso abdominal y multifidos son de suma importancia (Amit *et al.*, 2013; França *et al.*, 2010).

La revisión de Ishak *et al.* (2016) demostró que sólo fue posible encontrar 3 artículos en la literatura que entrenaron la fuerza muscular en personas mayores con DLC, que se resumen a continuación:

El primer estudio fue el de Vincent *et al.* (2014a) que incluyó personas mayores con un índice de masa corporal $\geq 30 \text{ kg/m}^2$, de las cuales un grupo entrenó por 4 meses realizando ejercicios de fortalecimiento analítico de la musculatura de extremidad superior, inferior y tronco (15 repeticiones al 60% de un RM, aumento 2% a la semana, 3 veces por semana); un segundo grupo que entrenó la extensión de columna aislada (15 repeticiones, 2 series, 3 veces a la semana) y un grupo control. Tras analizar los resultados, un total de 67% de los participantes del grupos de ejercicios de fortalecimiento global y 53% de los de ejercicios de extensión de columna mejoraron la fuerza de los extensores lumbar más de un 20% con respecto a la línea de base. Sin embargo, el rendimiento al caminar mejoró de manera modesta tanto al realizar ejercicios de fortalecimiento progresivo enfocados directamente en la extensión lumbar, o que incluyera este componente.

En un segundo estudio de Vincent *et al.* (2014b) que utilizó el mismo programa de entrenamiento antes descrito por 4 meses, adicionó a los hallazgos

antes publicados que el grupo de fortalecimiento muscular (que incluía ejercicios de extensión lumbar), fue más eficaz que el de sólo ejercicios de extensión lumbar solo en la reducción de la discapacidad por DLC autoinformadas, además de disminuir los niveles de catastrofización del dolor.

Por último, el tercer estudio fue el de Hicks *et al.* (2012) quienes identificaron los factores que eran predictivos de la mejora en el estado del dolor de espalda entre los adultos mayores con DLC que participaban en un programa de actividad física en que se realizaban ejercicios grupales (durante 1 hora, 2 veces por semana, 12 meses). El programa de entrenamiento se basó en un enfoque específico en la extensión de la columna toracolumbar, la retracción escapular y el fortalecimiento abdominal, donde el participante realizaba cada ejercicio de 20 a 30 veces por sesión, agregando estiramientos de extremidad inferior y marcha de 5-10 minutos. Al final del período de estudio, un 60.4% de los participantes indicó mejorías en el nivel de dolor, mientras que sólo el 8% reportó un empeoramiento; además el 57% indicó mejorías en la salud general y 49% informó una mejora en su estado de ánimo. En cuanto a la adherencias, ésta fue mayor al 75% en aproximadamente un 60% de los participantes.

Tras la revisión de estos 3 artículos disponibles, se pudo evidenciar que el entrenamiento de la fuerza muscular era efectivo en la reducción de la intensidad del dolor, la discapacidad y mejorar el rendimiento funcional (Ishak *et al.*, 2016), pero debido a la escasez de evidencia no fue posible realizar una clara recomendación al respecto de la prescripción de este tipo de ejercicio físico (fuerza muscular) en el adulto mayor para la mejora conjunta tanto del dolor de la columna lumbar como la función física y la composición corporal, aunque a priori se reconoce ampliamente que tal intervención podría llegar a ser eficaz (Carrasco-Poyatos & Reche-Orenes, 2018; Foster *et al.*, 2018).

Complementando lo anterior, la revisión bibliográfica de Kuss *et al.* (2015), había demostrado previamente que los tratamientos fisioterapéuticos que se basan en el entrenamiento de la fuerza y la resistencia muscular, además de la aplicación de modalidades mixtas, en que se combinan fuerza, resistencia, equilibrio y

estiramiento, alcanzan efectos de pequeño a moderado en la reducción del dolor y pequeños para la mejora de la funcionalidad. Razón por la cuál el entrenamiento de la fuerza evidencia un efecto potencial como tratamiento para personas mayores con DLC, pero se requiere mayor investigación.

- **Resistencia aeróbica:**

El entrenamiento de resistencia aeróbica tiene el potencial de invertir el ciclo de desacondicionamiento, debilidad y pérdida funcional asociada con muchas enfermedades crónicas. Uno de los estudios que ha entrenado este componente con personas mayores (>55 años, edad media de 72 años) es el trabajo de Iversen *et al.* (2003) quienes realizaron un programa de entrenamiento de resistencia en bicicleta en 29 personas mayores de la comunidad durante 12 semanas (3 veces a la semana), los cuales inicialmente (73% mujeres) tenían un nivel de deterioro en su salud moderado (55 de 100) evaluado con el cuestionario SF-36.

El protocolo de entrenamiento consistía en iniciar la primera semana realizando 30 minutos de ejercicio divididos en 5 minutos de calentamiento, un período de ejercicio de 20 minutos y vuelta a la calma de 5 minutos, con una frecuencia de 4 días a la semana, a 60 rpm y una carga de trabajo establecida, en función de los resultados de sus pruebas de resistencia de la evaluación inicial. Desde la semana 2 a la 5 las personas que reportaron una puntuación Borg menor a 3 (intensidad moderada) durante 2 o más sesiones consecutivas se les incrementó la carga a 30W, este procedimiento se repitió para las siguientes semanas hasta finalizar el estudio.

Tras las 12 semanas de intervención el 63% de los inscritos (18 de 26 participantes) finalizaron el programa de entrenamiento y dentro de las razones para retirarse se incluyeron las enfermedades generales, problemas familiares y molestias relacionadas con la bicicleta siendo las más frecuentes que el ejercicio fue demasiado doloroso para sus articulaciones (24%) o que el terapeuta o médico aconsejó al paciente que lo dejara (18%). La función física general evaluada con el cuestionario SF-36 mejoró un (11%), la salud mental evaluada con el Cuestionario

de Salud Mental 5 (MHI-5) mejoró un 14% y el 8% reportó menos síntomas de espalda baja y en general. Cabe destacar además que las mayores ganancias se vieron en las primeras 6 semanas y los pacientes que ejercitaban más de 2,5 veces a la semana mostraron mayores ganancias que los que completaron el ensayo, pero no hicieron ejercicio con tanta frecuencia.

En resumen, el programa de resistencia aeróbica a intensidad baja a moderada, mínimamente supervisado, logró pequeñas pero significativas mejoras en la función física general y demostró ser seguro y eficaz para mejorar el estado funcional y el bienestar de personas mayores con DLC (Iversen *et al.*, 2003), sin embargo, un porcentaje de la población no adhirió al programa o manifestó dolor durante su realización que la llevaron a hacer abandono de éste.

Por su parte, el estudio de Irandoust y Taher (2015) realizaron un programa de entrenamiento aeróbico en el medio acuático durante 12 semanas (3 días a la semana) en varones mayores de 65 años con DLC. El entrenamiento consistía en 2 sesiones aeróbicas y 1 sesión de entrenamiento de resistencia, demostrando un efecto significativo en las variables de composición corporal (índice cintura -cadera, porcentaje de grasa corporal e IMC), un aumento en un 4.1% en la masa muscular del tronco y disminución del dolor lumbar (síntomas físicos y psicológicos). Una posible explicación de estos resultados es que en el medio acuático es posible involucrar ejercicios de las extremidades superior e inferior a través de rangos óptimos de movimiento mientras minimiza el estrés articular, además de que la presión hidrostática contribuiría a la estabilidad del tronco (Kargarfard *et al.*, 2013), con lo cual se reduce el dolor.

2.5. Comparación del efecto de las intervenciones utilizadas en el tratamiento del Dolor Lumbar Crónico en personas mayores.

Las pautas de práctica clínica sugieren que el manejo del DLC debe centrarse en reducir el dolor y discapacidad funcional relacionada con este mismo dolor (Koes *et al.*, 2010).

La revisión sistemática y metaanálisis de do Nascimento *et al.* (2019) que tuvo por objetivo indagar los tipos de intervenciones en comparación con cualquier actividad que tuviera un grupo control, centrada en disminuir el dolor y la discapacidad en adultos mayores que viven en la comunidad en el seguimiento a corto, intermedio y largo plazo, reportó que las intervenciones más realizadas fueron las de un enfoque de salud complementario como acupuntura, terapia manual, mindfulness y Yoga. Sin embargo, los efectos combinados de estas terapias demostraron reducciones no clínicamente significativas en el dolor y la discapacidad a corto y mediano plazo (do Nascimento *et al.*, 2019). Mientras que para otras alternativas terapéuticas como la neuroestimulación percutánea, ejercicio, educación, terapia farmacológica, láser y termoterapia presentaron evidencia que varió de muy baja a moderada, principalmente porque se trataba de estudios únicos, lo cual no permitió obtener una recomendación clara respecto a cuál producía un mayor cambio, dando cuenta de una carencia de estudios que tuvieran además un bajo riesgo metodológico en esta población con DLC. Razón por la cual, los autores recomiendan la realización urgente del desarrollo de ensayos clínicos dirigidos a adultos mayores con diferentes síntomas y duración que incluyan el seguimiento a largo plazo, con la finalidad de entregar una recomendación clara a la hora seleccionar un tratamiento basado en evidencia científica y sobre las cuales se puedan entregar directrices de intervención.

Se debe agregar a lo anterior, que la revisión bibliográfica de Amaral *et al.* (2020) amplía la información publicada por do Nascimento *et al.* (2019) al actualizar el grado de evidencia y efectividad de los tratamientos conservadores como son:

educación, ejercicio, fármacos, electroterapia, entre otros tratamientos, en comparación con un grupo de control (sin intervención, lista de espera, placebo o simulado) en esta misma población de personas mayores con DLC. Los autores incluyeron un total de 11 ensayos clínicos, coincidiendo con la revisión de do Nascimento *et al.* (2019) en la nula publicación de estudios con seguimiento a largo plazo (al menos 12 meses) y baja evidencia consistente en los estudios a corto (hasta 3 meses) y mediano plazo (mayor a 3 meses hasta 12) (Amaral *et al.*, 2020).

Respecto a los hallazgos reportados por Amaral *et al.* (2020), es posible evidenciar que los tratamientos conservadores más utilizados para tratar el DLC en personas mayores con dolor lumbar inespecífico fueron el ejercicio (n=6) y acupuntura de puntos gatillos (n=2), sin embargo, estos estudios presentaban una calidad metodológica moderada informando un efecto pequeño en los cambios provocado en las variables de dolor y/o discapacidad, mientras que para todas las demás variables investigadas en esta revisión (calidad de vida, depresión, equilibrio, fuerza, caídas, calidad del sueño, movilidad y variables antropométricas), se evidenció una baja o muy baja calidad de los estudios, con lo cual aumentó el riesgo de sesgo e inconsistencia que permitieran orientar algún tipo de recomendación. En cuanto a los estudios a mediano plazo, sólo se incluyeron 2 ensayos clínicos (Haas, *et al.*, 2005; Madadi-Shad *et al.*, 2020), y si bien ambos utilizaron el ejercicio como tratamiento conservador, la evidencia fue baja para la mejora del dolor y/o capacidad funcional.

Ambas revisiones bibliográficas (Amaral *et al.*, 2020; do Nascimento *et al.*, 2019) evidencian que a pesar de la alta prevalencia de DLC en personas mayores, no es posible realizar una recomendación que permita guiar el tratamiento de las intervenciones. Actualmente, las directrices de las que se disponen son declaraciones de consenso para el dolor crónico en general en adultos mayores (Abdulla *et al.*, 2013) donde se ofrecen recomendaciones en que predominan aquellas indicaciones de índole farmacológico como son el uso de analgésicos, antidepresivos y relajantes musculares, señalando la importancia de seguir trabajando en la evaluación de enfoques no farmacológicos, debido a que efecto del

envejecimiento existe una tendencia al aumento de la masa grasa, disminución de la masa muscular y disminución del agua corporal. Son precisamente todas estas características las cuales afectan la distribución del fármaco a nivel corporal, sumado a una disminución predecible relacionada con la edad en la función del citocromo p-450 que si se combina con la presencia de polifarmacia, condición frecuente debido a la alta morbilidad que experimenta gran parte de la población mayor, pueden provocar una reacción tóxica en respuesta a los medicamentos (Kaye *et al.*, 2010)

Respecto a la evidencia disponible para intervenciones basadas exclusivamente en el ejercicio físico para el tratamiento del DLC, se encuentra la revisión bibliográfica de Hayden *et al.* (2005) que tuvo por objetivo identificar aquellas características particulares de estas intervenciones que disminuyeran el dolor y mejoraran la función en adultos en general con DLC inespecífico. Se incluyeron ensayos aleatorios y controlados que investigaran el tratamiento con ejercicios como una intervención para dolor de espalda baja, sin importar el grupo de comparación o grupos.

Tras el proceso de elección se identificaron 43 estudios en poblaciones con DLC que proporcionan datos sobre 72 grupos de ejercicio independientes y 31 grupos de comparación de no ejercicio. En cuanto a las características de las intervenciones realizadas en los 72 grupos de ejercicio de los 43 ensayos controlados aleatorios incluidos se encontró una gran diversidad de modalidades: 17% fueron ejercicios en casa, un 6% ejercicios en casa supervisados, 38% supervisión grupal y 39% supervisión individual. Respecto a las dosis de la intervención la mayoría 74% incluyeron una baja dosis (<20 horas) y sólo el 26% realizaron una intervención mayor o igual a 20 horas. En cuanto a los tipos de ejercicio físico, el 60% de las intervenciones fueron basadas en el fortalecimiento muscular, 35% en ejercicios de flexibilidad, un 25% ejercicio aeróbico, 18% de movilidad, 6% coordinación y el 14% incluyeron más de 3 de estos tipos de ejercicios.

La estrategia más eficaz informada en esta revisión pareció ser aquellos programas de ejercicios diseñados individualmente y entregados en un formato supervisado (por ejemplo, ejercicios caseros con seguimiento del terapeuta) fomentando la adherencia, adicionando otros tratamientos conservadores efectivos. En cuanto a la modalidad de la intervención, los estiramientos y ejercicios de fortalecimiento muscular parecieron ser los más efectivos para tratar el DLC, donde el estiramiento demostró la mayor mejora en los resultados para dolor, mientras que los ejercicios de fortalecimiento fueron clasificados como los más efectivos para mejorar los resultados de la función, como se muestra en la **Figura 14**.

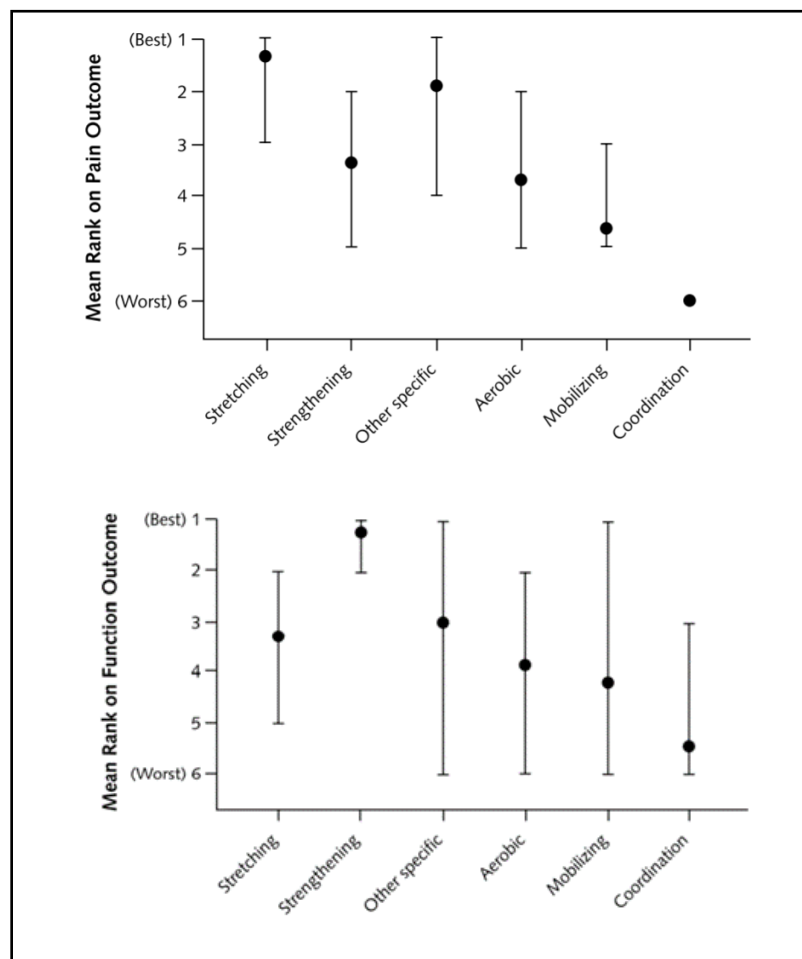


Figura 14. Muestra los tipos de ejercicios incluidos en la revisión y la puntuación media de mejora para dolor (izquierda) y función (derecha). Las líneas indican intervalos de confianza del 95% para los rangos de tipo de ejercicio. Extraído de Hayden *et al.* (2005).

Por otra parte, la revisión sistemática y metaanálisis de Seale *et al.* (2015) que incluyó 45 ensayos clínicos aleatorizados, analizaron los estudios que incluyeron a personas mayores con DLC inespecífico centradas en la eficacia para reducir exclusivamente el dolor. Tras el análisis de dichos ensayos clínicos, se identificaron 4 categorías en modalidades de ejercicio: coordinación/estabilización (n=12), fuerza/resistencia (n=11), cardiorrespiratorio (n=6) y combinados (n=14). Los investigadores informaron que los estudios que aplicaron ejercicios de coordinación/estabilización tuvieron un efecto pequeño pero significativo (ES = 0.47), aunque con una gran heterogeneidad. Los ejercicios de fuerza/resistencia también presentaron un efecto pequeño pero significativo (ES = -0.5) con heterogeneidad moderada. En cuanto al ejercicio cardiorrespiratorio, el análisis no demostró ningún efecto significativo (ES = - 0.04) con moderada heterogeneidad. Por último, los ensayos en que se aplicaron ejercicios combinados no demostraron ningún efecto significativo (ES = 0.16) y una baja heterogeneidad.

Por lo tanto, esta revisión sistemática y metaanálisis demostró que el ejercicio tiene un beneficio pequeño pero significativo para el tratamiento del DLC inespecífico y es más eficaz que las terapias conservadoras. Los resultados sugieren que los programas que consisten en ejercicios de coordinación/estabilización y de fuerza/resistencia tienen un efecto pequeño pero significativo en la reducción del dolor lumbar, sin embargo, el ejercicio cardiorrespiratorio y combinados no tiene ningún efecto en esta reducción.

Finalmente, tras el análisis de esta información se demuestra que la evidencia indica que la terapia basada en ejercicio de fortalecimiento muscular, tiene un efecto positivo pero pequeño a corto y mediano plazo, esta evidencia es poco concluyente a la hora de entregar pautas y recomendaciones claras para guiar una intervención efectiva en personas mayores con DLC, debido a que se centran en su mayoría en el control del dolor como variable principal, razón por la cual, es fundamental el desarrollo de investigaciones que entreguen guías metodológicas claras, con un bajo riesgo de sesgo y adherencia, con la finalidad no solo de disminuir el dolor, sino que fomentar la capacidad física y funcional en las personas

mayores, debido a que son múltiples los factores que pueden intervenir en favorecer la discapacidad temprana.

2.6. Entrenamiento de la fuerza con materiales elásticos una alternativa de intervención.

El entrenamiento de la fuerza muscular es aquel ejercicio que hace que los músculos trabajen o se mantengan contra una fuerza o peso aplicado (Lee *et al.*, 2017). Esta modalidad de entrenamiento se ha utilizado como eje principal en las intervenciones, debido a los grandes beneficios que aportan para diversos tipos de poblaciones, y en particular, en personas mayores, donde es la única modalidad conocida que mejora de forma consistente la masa muscular, la fuerza, la potencia y la calidad de la musculatura, así como también la función física general (Nelson *et al.*, 2007; Liu & Latham, 2009)

La “position stand” de la Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento Físico (NSCA) reconoce que un programa de entrenamiento de la fuerza muscular adecuadamente diseñado para personas mayores trae como beneficios mejoras en la movilidad, el funcionamiento físico, el rendimiento en las actividades de la vida diaria, con lo cual, se fomenta la mantención de la independencia funcional. Además, mejora la resistencia a lesiones y eventos adversos como las caídas y contribuye al bienestar psicosocial de los adultos mayores (Fragala *et al.*, 2019), razón por la cual, hoy en día el entrenamiento de la fuerza muscular es promovido como parte fundamental de las intervenciones en esta población.

Respecto a los requerimientos necesarios para realizar un entrenamiento de fuerza muscular se encuentran la utilización de diversos tipos de dispositivos (Ej.: propio peso corporal, peso libre, máquinas, bandas elásticas, medio acuático, etc.) (Hayden *et al.*, 2005; Searle *et al.*, 2015). Sin embargo, la utilización de equipamiento de gimnasio como los pesos libres o máquinas de ejercicio es lo frecuentemente seleccionado (Andersen *et al.*, 2006) con la desventaja asociada de ser de materiales de elevado costos y para los cuales es necesario contar con un mayor espacio, lo cual limitan su disponibilidad (Ramos *et al.*, 2014).

Es en este contexto que, los materiales elásticos (bandas o tubos) han ganado popularidad debido a su bajo costo, simplicidad, versatilidad y portabilidad (Jakobsen *et al.*, 2013; de Oliveira *et al.*, 2017), permitiendo ser utilizados incluso en espacios reducidos o domésticos, llevando el entrenamiento de la fuerza muscular de manera más amigable y asequibles a los diversos colectivos que requieran adquirir sus beneficios.

Respecto a las características particulares que tienen estos materiales elásticos, se encuentra que la resistencia que generan al movimiento depende de una constante (k) que es característica de cada material polímero elástico; la elongación (X) y su nula dependencia de la gravedad, por lo tanto, la carga resistiva que es generada por una banda elástica no sólo se genera en el plano vertical, sino también a lo largo de todo rango de movimiento del ejercicio prescrito y/o en el plano horizontal (Melchiorri & Rainoldi, 2011).

Además, la deformación aumenta progresivamente en proporción directa a la cantidad de tensión aplicada sobre el dispositivo y esta relación lineal, puede existir hasta el 300% de la elongación del material. Razón por la cual, clínicamente se ha recomendado que esta elongación no exceda este 300% durante un ejercicio contra resistencia y se mantenga entre un 25 y 250% incrementando la carga progresivamente, cambiando al color del material elástico que indica una densidad del material mayor (Simoneau *et al.*, 2001) adaptándose a los objetivos de intervención (**Figura 15**). Además, se suma la ventaja de que permite alcanzar diferentes intensidades de entrenamiento sólo asociando el número de repeticiones, con la anchura del agarre y utilizando una puntuación en una escala de esfuerzo percibido (Colado *et al.*, 2018; Colado *et al.*, 2020; Gearhart *et al.*, 2009) y para esto no se necesita contar con un gran número de equipamiento, solo se deben seguir estos principios para la regulación de la intensidad durante la prescripción.

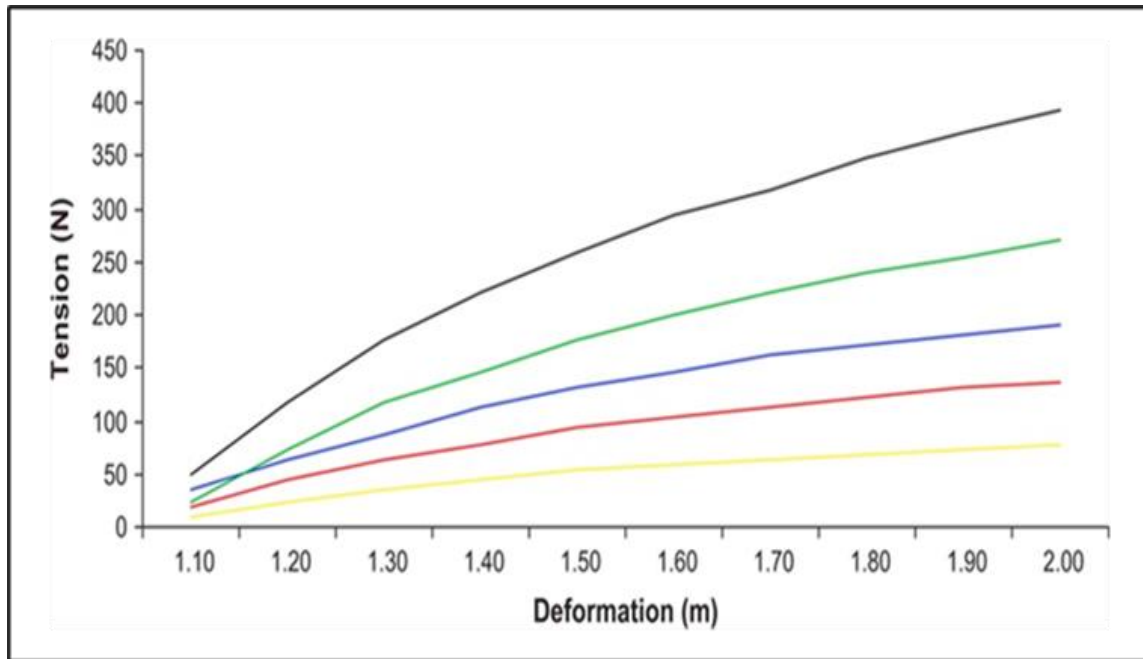


Figura 15. Curva tensión deformación para 5 tipos de resistencia elástica.

Extraído de McMaster *et al.* (2009).

Por todo lo anteriormente descrito, queda demostrado que los materiales de resistencia elástica entregan una gran versatilidad para el entrenamiento, adaptándose a la diversidad de planos del movimientos: sagital, frontal, transversal o una combinación (oblicua), al mantener su capacidad resistiva de acuerdo al objetivo prescrito, lo cual es un gran diferenciador respecto a los materiales dependientes de la gravedad como son los pesos libres y cadenas, quienes ofrecen la mayor cantidad de resistencia únicamente en el plano vertical (frontal y sagital) (McMaster *et al.*, 2009). Sumado a esto, los investigadores han demostrado que la resistencia elástica variable puede proporcionar una activación muscular similar a la de los equivalentes de resistencia constante cuando se equipara en intensidad, así como también, proporcionan una ventaja mecánica sobre el “sticking point o punto de estancamiento” de los pesos libres y máquinas (Aboodarda *et al.*, 2013; Hughes & McBride, 2005).

En este contexto, es que la revisión sistemática y metaanálisis de Aboodarda *et al.* (2016) han recopilado la evidencia disponible en la literatura que

demuestra que el entrenamiento con bandas elásticas genera una activación similar al de los materiales de resistencia isoinerciales en los músculos motores primarios (tamaño del efecto = -0.037, intervalo de confianza: -0.202 a 0.128, $p = 0.660$), antagonistas (tamaño del efecto = 0.089, intervalo de confianza: -0.112 a 0.290, $p=0.385$), sinergistas (tamaño del efecto = -0.133, intervalo de confianza: -0.342 a 0,076, $p=0.213$) y estabilizadores del movimiento (tamaño del efecto= 0.142, intervalo de confianza: -0.006 a 0.289, $p=0.060$). Mientras que el estudio cuasiexperimental de Lima *et al.* (2018) amplía estos hallazgos demostrando que el entrenamiento de resistencia elástica es tan eficaz como el entrenamiento convencional para la mejora de los parámetros de fuerza muscular, capacidad funcional y calidad de vida de personas adultas y adultas mayores (edad media 58 años), tras 12 semanas de intervención.

Por lo tanto, el argumento tradicional en contra del uso de bandas elásticas para el entrenamiento de fuerza que indica que no se logra generar una activación muscular adecuada en los músculos ejercitados, y que las mejoras no son comparables con las obtenidas por materiales de entrenamiento convencional, es un argumento desactualizado debido a que la evidencia científica ha demostrado su efectividad para todos los grupos de edad incluida la población de personas mayores y es precisamente en ellos, en quienes las mejoras en la fuerza muscular se relacionan directamente con el tratamiento y prevención de la sarcopenia y/o dinapenia de manera transversal a la condición de sano o con alguna patología (Carrasco-Poyatos & Reche-Orenes, 2018; Colado *et al.*, 2020; Fritz, 2014; Fritz *et al.*, 2018; Gargallo *et al.*, 2018).

Respecto a los efectos potenciales del entrenamiento de la fuerza muscular con dispositivos elásticos sobre las alteraciones propias en columna vertebral, se encuentran en primera instancia el tratamiento directo sobre el déficit en la fuerza muscular del tronco. Es así como si bien, en la literatura se ha señalado que se requiere una actividad electromiográfica de al menos el 60% de la contracción voluntaria máxima para adquirir las adaptaciones fisiológicas relacionadas con la ganancia de fuerza, adaptaciones neurales e hipertrofia de las fibras musculares

(American College of Sports Medicine, 2009), para generar estas mejoras en los estabilizadores de columna vertebral que promueven el soporte (o stiffness) de esta región corporal, se requieren contracciones tan bajas como el 25% de la contracción voluntaria máxima (Cresswell & Thorstensson, 1994) mientras que la eficiencia de los multifidos se alcanza con cargas de entrenamiento de un 30-40% de la contracción voluntaria máxima (Cholewicki & McGill, 1996). Es por esta característica que la musculatura estabilizadora de espalda baja responde a múltiples series y repeticiones sin necesariamente llegar a intensidades altas de entrenamiento que la soliciten exclusivamente con trabajo analítico de la zona; y permite que ejercicios que utilicen movimientos desestabilizadores en columna por trabajo de extremidades superiores e inferiores generados por un plan de entrenamiento centrado en la musculatura global generen un estímulo suficiente para potenciar su activación, esto es particularmente importante debido a que en personas con dolor lumbar existe un déficit en este control neuromuscular que se traduce en un retraso en los ajustes posturales anticipatorios (Hodges & Richardson, 1996; Hodges & Richardson, 1997; Hodges & Richardson, 1998) que genera una contracción anticipada de los erectores espinales (Ferguson *et al.*, 2004).

Sin embargo, la utilización de materiales de resistencia elástica tienen el potencial a la vez, de aumentar la activación neuromuscular debido a un mayor reclutamiento de unidades motoras (Melchiorri & Rainoldi, 2011) provocado por la resistencia variable que entrega el material elástico y el estímulo desestabilizador por la tracción de los mismos durante la ejecución del ejercicio, razón por la cual su utilización es recomendable en ambientes de rehabilitación o con poblaciones en que se requieran seleccionar movimientos lentos reduciendo al mínimo la lesión como es en el caso de personas con dolor lumbar. Por lo tanto, el entrenamiento con dispositivos elásticos promueve este control motor adecuado de los músculos del core, objetivo que puede ser tan o más importantes que el grado de activación o fortalecimiento en personas con dolor lumbar (Akuthota & Nadler, 2004).

En resumen, el entrenamiento de fuerza con dispositivos elásticos tendría un beneficio directo sobre la pérdida de fuerza muscular del tronco y el control motor

de los músculos centrales (Hodges & Richardson, 1996; Hodges & Richardson, 1998; Borghuis *et al.*, 2008) y ha esto se complementa que, en personas con dolor lumbar se ha evidenciado que, asociado a la reducción de la fuerza muscular del tronco, también existe un déficit en la fuerza de los músculos de extremidades inferiores, debido a que son músculos sinergistas entre sí para una correcta función durante las actividades de la vida diaria. Es precisamente esta sinergia la que se pierde en condiciones dolorosas por afectación de la función muscular individual de esta musculatura producto del dolor y evitación de la movilidad (Crossman *et al.*, 2004; Marshall *et al.*, 2010). Es así como los materiales elásticos también podrían tener un beneficio asociado a esta alteración, debido a que el estudio de Sundrup *et al.* (2014) evidenció que la utilización de materiales elásticos como método para aplicar la resistencia generan una mayor activación electromiográfica de las musculatura estabilizadora de tronco pero también de cadera (glúteos, erectores espinales e isquiotibiales), que son fundamentales para mantener la alineación del tronco en personas que no presentaban el dolor, mientras que en personas con DLC es fundamental promover esta alineación y sinergia muscular debido a que se encuentran comprometidas producto de este trastorno musculoesquelético.

Por todo lo anteriormente descrito, es que un programa de entrenamiento de la fuerza muscular con materiales elásticos tendría el potencial de generar mejoras específicas en la musculatura de tronco y en la musculatura global, con múltiples beneficios en la calidad de vida y funcionalidad de las personas mayores con DLC, sin embargo, para lograr estas mejoras es fundamental una correcta prescripción del ejercicio.

Lamentablemente, es en este último punto donde se requieren estudios que sigan fundamentando cada parámetro de prescripción. Prueba de ello es que la revisión sistemática de Colado *et al.* (2020a) evidenció que dentro de los programas de entrenamiento que utilizaron materiales elásticos para entrenar a personas mayores (32 en total), las investigaciones han entrenado en periodos que van de 3 y 52 semanas, siendo las duraciones más frecuentes de 8 a 24 semanas, con una frecuencia semanal de 2 a 4 días a la semana y una duración de la sesión de 60

minutos. Sin embargo, cuando se analizan los parámetros de prescripción del entrenamiento la evidencia es diversa, debido a que los estudios presentan una diversidad de parámetros en la prescripción, es así como el número de repeticiones más utilizado es de 10 con un rango que va desde 8 a un “tantas como fuesen posible” con series que oscilan entre 1 y 4. Cuando se analiza la intensidad utilizada sorprende que 19 estudios (59%) no informan la intensidad prescrita y solo 7 estudios utilizan una escala de percepción de le esfuerzo para su control (escala de Borg y OMNI-RES para bandas elásticas) (Colado *et al.*, 2020a).

A continuación, se indagará sobre la importancia de cada uno de los componente de la prescripción del ejercicio para obtener los beneficios del entrenamiento de la fuerza muscular.

2.6.1. Determinantes de la prescripción del ejercicio de fuerza muscular con materiales elásticos.

Una prescripción de ejercicio es un programa de actividad física recomendado y diseñado de manera sistemática e individualizada a las necesidades de los usuarios, razón por la cual, el Colegio Americano de Medicina Deportiva entrega las directrices que se deben considerar resumidas en el acrónimo FITT-VP, que indica que todo programa de entrenamiento debe describirse en términos de: F- Frecuencia (número de sesiones de ejercicio, durante la semana); I – Intensidad (dificultad del esfuerzo); T- Tiempo (duración de la intervención); T- Tipo: modalidad del ejercicio; V- Volumen: cantidad total de ejercicio; P- Progresión: cambio en la dificultad del programa de ejercicio a lo largo del tiempo (American College of Sports Medicine, 2017).

Es en este contexto y con el objetivo de entregar las directrices que se deben considerar cuando el objetivo de entrenamiento se centra en mejorar la fuerza muscular de las personas mayores, es que la Asociación Nacional de Fuerza

y Acondicionamiento Físico -NSCA (Fragala *et al.*, 2019) ha descrito las siguientes recomendaciones:

- Incluir de 2-3 series de 1-2 ejercicios multiarticulares por grupo muscular principal.
- Lograr intensidades de un 70-85% de 1 repetición máxima (1RM).
- Una frecuencia de intervenciones de 2-3 veces por semana.
- Incluir, dentro de lo posible, ejercicios de potencia muscular a velocidades más altas en movimientos concéntricos con intensidades moderadas (por ejemplo, 40-60% de 1RM).

Mientras que la revisión sistemática y metaanálisis de Borde *et al.* (2015) agrega a estas recomendaciones la importancia de realizar periodos de intervención a largo plazo, es decir, que se mantengan de 50 a 53 semanas. Al igual que la revisión de Silva *et al.* (2014) señalando que intervenciones de 8 a 52 semanas de duración generan cambios positivos en las mejoras de la fuerza muscular siendo estas mejoras mayores con tiempos de intervención a largo plazo, en personas mayores sedentarias.

El control de la intensidad durante el ejercicio es un factor importante para garantizar la seguridad y eficacia del entrenamiento de fuerza en cualquier contexto de aplicación (Robertson, 2004). El nivel de intensidad que una persona siente durante la realización de una actividad física, la cual es determinada por las sensaciones físicas que experimenta, incluyendo el aumento del ritmo cardíaco, la respiración o la frecuencia respiratoria, el aumento de la sudoración y la fatiga muscular, es conocido como rango o índice de esfuerzo percibido (acrónimo en inglés de RPE, Rating of Perceived Exertion) (Morishita *et al.*, 2019).

Se ha descrito que existe un vínculo funcional entre los 3 tipos de respuestas que pueden aparecer cuando se realiza un ejercicio físico: fisiológico,

perceptiva y de rendimiento (Lagally *et al.*, 2002), que es posible valorar por medio de la aplicación de tres escalas de uso común, como son la escala Borg 6-20, utilizada frecuentemente para regular la intensidad del ejercicio aeróbico; la escala de Borg modificada también utilizada para ejercicio aeróbico pero de más sencilla utilización (0-10), y la escala OMNI para recomendada para el entrenamiento de la fuerza muscular (Morishita *et al.*, 2019) **Figura 16.**

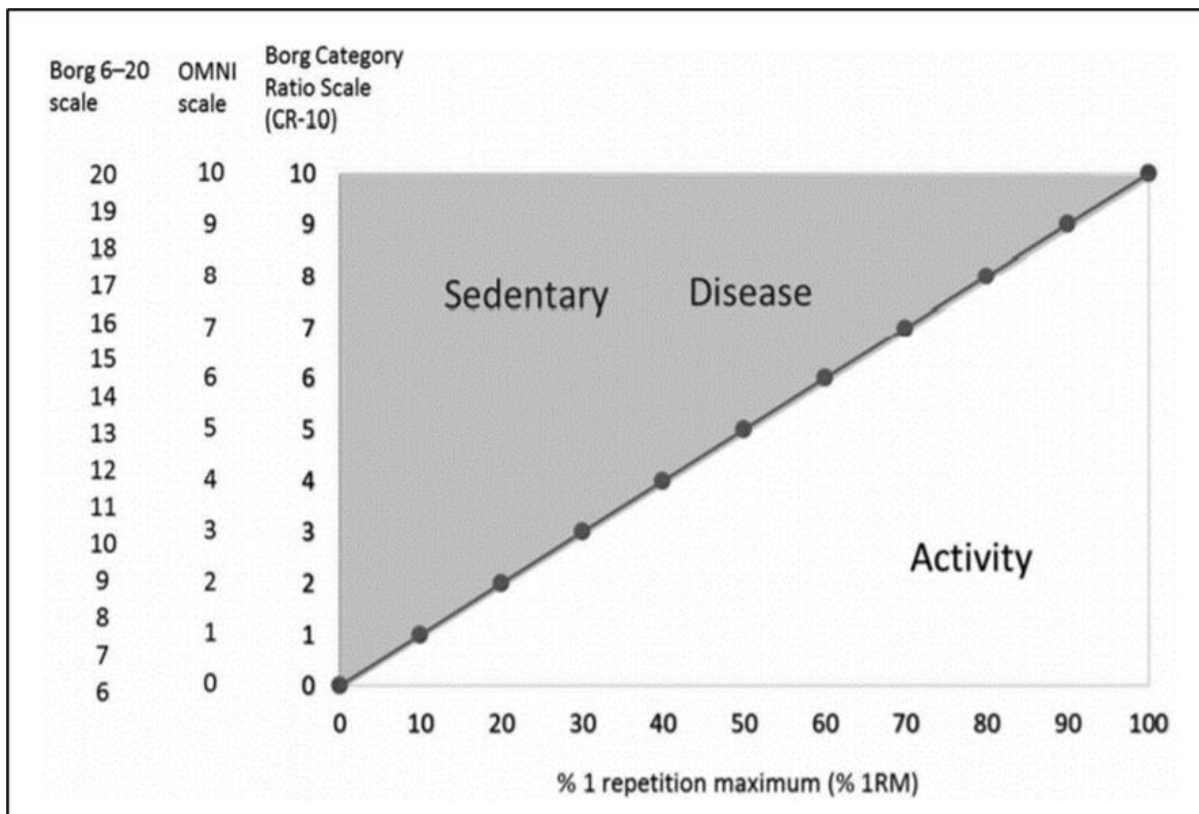


Figura 16. Relación entre el porcentaje de 1RM y las escalas de percepción del esfuerzo (RPE) Borg 6 -20, OMNI y Borg Modificada 0-10. Los ancianos sedentarios y los ancianos enfermos tendrían a tener un mayor RPE durante el entrenamiento de resistencia que los ancianos activos (Morishita *et al.*, 2019)

Es así como tomando como punto de partida el trabajo de Robertson *et al.* quienes habían validado la escala OMNI-RES el 2003, la cual es una es una herramienta que ayuda a controlar la intensidad durante los ejercicios de

entrenamiento de fuerza, para su utilización en la prescripción de la intensidad del entrenamiento con materiales de resistencia isoinercial, es que en el año 2012, Colado *et al.* adaptan la escala OMNI-RES a un nuevo pictograma (**Figura 17 A**) para su uso con bandas elásticas (Colado *et al.*, 2012).

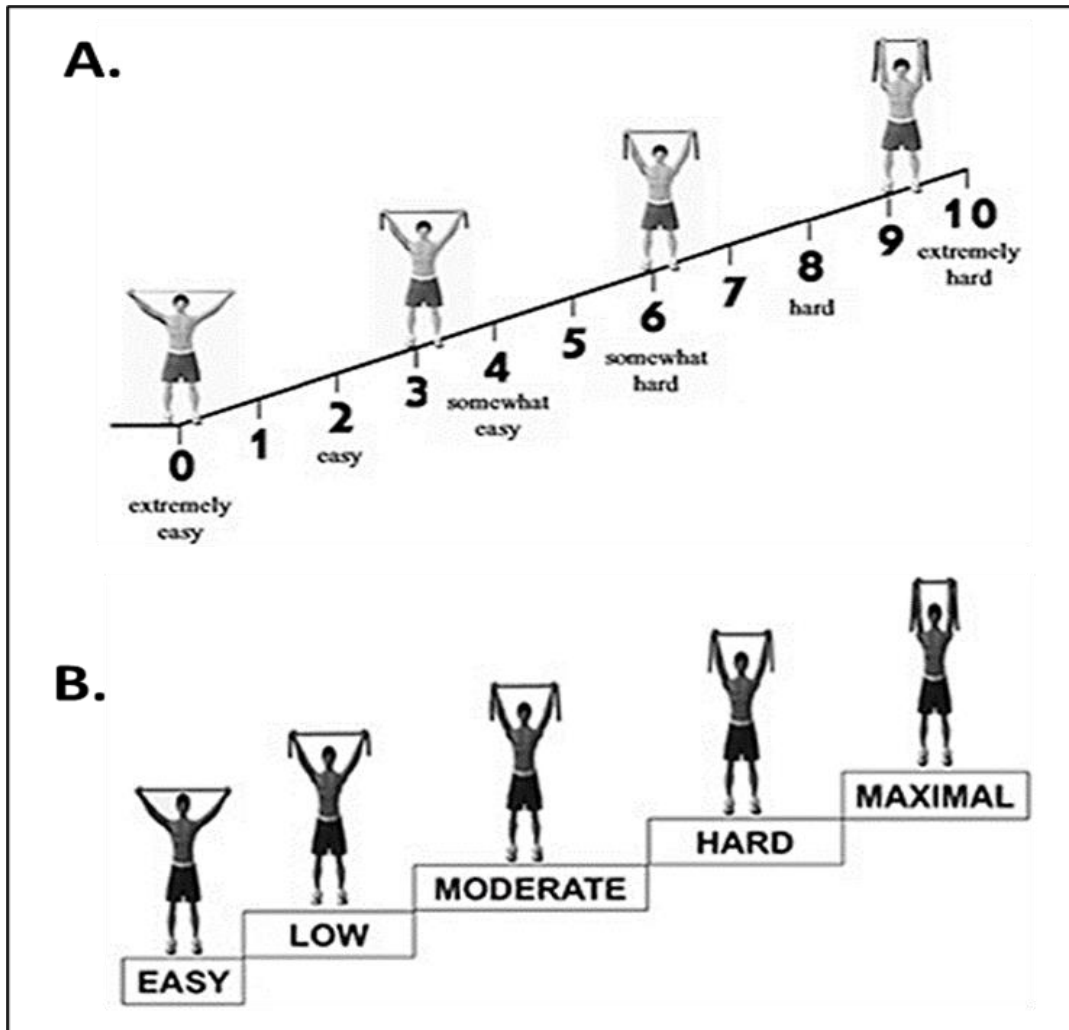


Figura 17. A. Escala de Esfuerzo Percibido OMNI para el Ejercicio de Resistencia con bandas elásticas. B. Escala de intensidad de resistencia para el ejercicio con bandas elásticas. Extraído de Colado *et al.* (2020b).

OMNI-RES había sido utilizada con éxito en diferentes grupos de poblaciones incluidos los adultos mayores (Fritz *et al.*, 2018; Gargallo *et al.*, 2018; Gearhart *et al.* 2009; de Oliveira *et al.*, 2017), que posteriormente fue validada el

2018 para su utilización en esta población con bandas elásticas (Colado *et al.*, 2018). Y ya en el año 2020, también se ha validado para adultos mayores una nueva escala para la monitorización de la intensidad durante el entrenamiento de la fuerza (Escala RISE), la cual ya había sido válida previamente para adultos jóvenes (Colado *et al.*, 2014; Colado *et al.*, 2020b). La escala RISE combina descriptores verbales a los visuales con sólo 5 niveles (**Figura 17 B**) y que demostró ser sensible para la determinación de la intensidad del entrenamiento de la fuerza en las personas mayores. Además, los autores confirmaron la relación entre la reducción del ancho de agarre de la banda elástica con el aumento en la frecuencia cardíaca y los valores de percepción del esfuerzo obtenidos con ambos pictogramas, lo cual es particularmente importante, debido a que dentro de las múltiples comorbilidades presentes en las personas mayores se encuentran las que afectan la función cardíaca, en la que es necesario no sobrepasar ciertos límites de entrenamiento.

Respecto a la intensidad del entrenamiento, la revisión de Raymond *et al.* (2013) reportó que si bien, los efectos en las ganancias de fuerza muscular son intensidad dependiente, es decir, que la alta intensidad (70 a 89% 1RM) se relacionó a mayores ganancia de fuerza, que las menores intensidades (moderada: 50 A 70% 1RM y baja <50% 1RM), se han documentaron mejoras similares en todas las intensidades en evaluaciones que caracterizaron el rendimiento funcional y la discapacidad. Sin embargo, cuando el entrenamiento es a corto plazo, las ganancias de fuerzas son independientes de la intensidad de entrenamiento, (Harris *et al.*, 2004), con lo cual un entrenamiento en personas mayores puede iniciar desde una moderada intensidad y progresar a intensidades mayores a largo plazo, sin embargo, las intensidades altas garantizan que durante el desentrenamiento, las pérdidas sean menores sin comprometer la funcionalidad de las personas mayores (Tokmakidis *et al.*, 2009; Fatouros *et al.*, 2005).

Es por lo que, tomando como punto de inicio los resultados obtenidos por el grupo de investigación en Prevención y salud en el ejercicio y deporte (PHES) de la Universidad de Valencia, que comprobó que el entrenamiento de la fuerza muscular con materiales de resistencia variable, como son los elásticos a moderada y alta

intensidad son igualmente beneficiosos para la mejora física y funcional de personas mayores, además de ser una metodología segura y viable para el entrenamiento grupal de esta población (Fritz, 2014; Fritz *et al.*, 2018; Gargallo *et al.*, 2018), es que se decidió probar la eficiencia de esta metodología de trabajo en personas mayores con síndrome de dolor lumbar, ya que se cree, podría ser igualmente efectivo.

Por último, asociado a la importancia de regular y alcanzar la intensidad de entrenamiento muscular necesaria, es importante que los programas de intervención tengan una buena adherencia, y la evidencia a documentado la existencia de diferencias por sexo en la participación de ejercicio físico en que se entrena la fuerza muscular. Es así como la revisión bibliográfica de Nuzzo (2020) evidenció que en la población en general la participación en este tipo de modalidad de entrenamiento es baja y no alcanza los niveles recomendados, sin embargo, son las mujeres quienes presentan menores porcentaje de participación.

Dentro de los mayores obstáculos a la participación en programas de ejercicios en que se entrena la fuerza muscular incluyen la seguridad, el miedo, las preocupaciones por la salud, el dolor, la fatiga y la falta de apoyo social (Burton *et al.*, 2017) y esto es particularmente sensible en personas mayores que cuentan de base con dolor y temor al movimiento producto del DLC, es por ello que , dentro de las estrategias para mejorar la adherencia a las sesiones de ejercicio físico en las personas que viven con dolor musculoesquelético se encuentran: la actividad de ejercicio graduada, es decir, aquella en que se trabaja sobre los músculos o áreas dolorosas más débiles, aumentando las demandas de manera progresiva; a esta se incluye además la supervisión de las sesiones (Jordan *et al.*, 2010), así como también la utilización de analgésicos que combaten de forma aguda el dolor generado por el DLC. Razón por la cual, a continuación se describirán los beneficios potenciales del gel de mentol como parte de un entrenamiento de la fuerza muscular en personas con DLC.

2.6.2. Efecto analgésico del mentol en trastornos musculoesqueléticos y su potencial efecto en el dolor lumbar crónico.

Actualmente existen en el mercado geles tópicos que con una finalidad analgésica son empleados para aliviar molestias y dolores del aparato locomotor, destacando entre ellos los que llevan el principio activo del mentol dado que no presenta los efectos adversos colaterales usuales a otros tipos de analgésicos locales (Sundstrup *et al.*, 2014).

Los agentes tópicos pueden lograr una eficacia similar a las formulaciones orales sin los efectos secundarios sistémicos asociados, sus beneficios y limitaciones en la administración se resumen en la **Tabla 2**.

El mentol es considerado dentro la categoría de los conirritantes, como lo son la capsaicina, el alcanfor y el ajo, que se caracterizan por generar analgesia a través de que excitan y posteriormente desensibilizan las neuronas sensoriales nociceptiva, específicamente actuando sobre la superfamilia del receptor de potencial transitorio (TRP), que son los receptores específicos para la sensación de frío, generando dos tipos de desensibilización (Stanos, 2007): 1) Desensibilización aguda o “farmacológica” caracterizada por una respuesta disminuida durante una aplicación constante y , 2) Durante un período más largo o desensibilización “funcional” caracterizada por una reducción en la respuesta después de muchas estimulaciones.

Una posible justificación del uso complementario del mentol junto con el ejercicio físico se basa en que el mentol activa los receptores TRP melastatina 8 (TRP-M8), que responden a temperaturas que oscilan entre 30° C y 8° C, generando una sensación de frío en las neuronas sensoriales de la piel provocando un efecto similar al de la crioterapia (Page & Alexander, 2017) con la importante diferencia que no altera la fuerza muscular después de su aplicación (Page & Alexander, 2017)

Tabla 2. Limitaciones y beneficios de los agentes tópicos. Extraída de Stanos (2007)

BENEFICIOS	LIMITACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Evitan el metabolismo de primer paso y otras variables asociadas con el tracto gastrointestinal (como el pH y el tiempo de vaciado gástrico). • Reducen los efectos secundarios, y la minimización de los picos y valles de concentración de drogas en sangre. • Facilitan la finalización de la dosis en caso de efectos secundarios adversos. • La entrega puede ser sostenida y controlada durante un período prolongado. • Permiten acceso directo al sitio objetivo. • Administración conveniente e indolora. • Mejoran la aceptación del paciente y adherencia a la terapia. • La facilidad de uso puede reducir los costos generales del tratamiento de salud. • Proporcionan una solución viable para el tratamiento cuando la dosificación oral no es factible (es decir, en pacientes inconscientes o con náuseas). 	<ul style="list-style-type: none"> • La difusión a través del estrato córneo solo ocurre para moléculas <500 Da. • Los agentes tópicos deben tener solubilidad tanto acuosa como lipídica. • Tanto la variabilidad intra e interindividual en la permeabilidad de la piel, como las diferencias entre piel sana y enferma, causan una eficacia variable. • Las enzimas de la piel pueden causar metabolismo antes de la absorción cutánea, reduciendo la potencia del medicamento. • Puede ser común la irritación localizada de la piel, como el eritema.

Y que mantiene una “vida media” transdérmica de 96 minutos (Martin *et al.*, 2004), tiempo suficiente para realizar una sesión de entrenamiento.

Los efectos positivos de este tipo de gel a base de mentol han sido corroborados de manera aguda y crónica, siendo lo más habitual aplicar varias dosificaciones a lo largo del día (Zhang *et al.*, 2008). Existen algunos estudios científicos que han asociado su uso junto a la realización de actividad física justo después del entrenamiento en sujetos sin dolores osteomusculares para minimizar la pérdida del rendimiento físico y el dolor muscular típico de los programas intensivos de ejercicio físico (Johar *et al.*, 2012). Otros estudios han aplicado este gel justo previamente a la realización de diferentes tareas funcionales en sujetos con dolor de rodilla para reducir su dolor y aumentar el rendimiento durante su desempeño (Topp *et al.*, 2013).

Es por todas estas evidencias hasta aquí explicadas, que cabría la posibilidad de preguntarse si la aplicación previamente a una sesión de fortalecimiento muscular de un gel tópico a base de mentol podría disminuir la usual inhibición muscular por dolor y permitir entrenar sin restricción del movimiento con una intensidad que a medio y largo plazo pudiera provocar mayores adaptaciones sobre las reducciones del dolor lumbar, mejoras funcionales y de composición corporal en los adultos mayores.

Cabe aclarar, que en esta investigación, no tiene por objetivo comprobar el efecto analgésico del mentol, sino su efecto como un potenciador y facilitador de una intervención basada en el entrenamiento de la fuerza con materiales elásticos. De este modo, es considerado como un coadyuvante para obtener de manera más eficaz los beneficios del entrenamiento en personas mayores con DLC.



Capítulo III: OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS



3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS

3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto sobre algunos parámetros de dolor y capacidad funcional tras la aplicación de una intervención que combina un programa de entrenamiento de la fuerza muscular junto con la aplicación previa a la sesión de un gel de mentol en mujeres adultas mayores con síndrome de dolor lumbar crónico.

Un objetivo secundario del presente estudio fue analizar sus posibles efectos sobre la composición corporal.

3.2. Objetivo Específicos

- Caracterizar el nivel de dolor (EVA), capacidad funcional (índice de Oswestry, TM6m, TUG, estancia unipodal, levantarse de una silla, fuerza prensil, fuerza isométrica de extremidades inferiores y superiores y curl-up) y composición corporal (IMC, masa grasa, masa magra, circunferencia de cintura y cadera) previo al programa de intervención.
- Evaluar el efecto de la intervención previo y posterior al programa de intervención tanto en los grupos de intervención (entrenamiento de la fuerza más gel de mentol y placebo) como en el grupo control (sin intervención), tanto a corto como a largo plazo.
- Comparar los efectos posteriores a la intervención entre los grupos de intervención y el grupo control tanto a corto como a largo plazo.

- Evaluar si las mejoras obtenidas tras el programa de intervención tuvieron un efecto clínico importante en los participantes tanto a corto como a largo plazo.

3.1. Hipótesis del estudio

- **Hipótesis 1:**

La aplicación de un programa de entrenamiento de la fuerza muscular a moderada-alta intensidad generará tanto a corto como a largo plazo una reducción significativa y clínicamente relevante en los parámetros de dolor informados por las mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico inespecífico, siendo estas mejoras mayores en el programa de intervención a largo plazo.

- **Hipótesis 2:**

La aplicación de un programa de entrenamiento de la fuerza muscular a moderada-alta intensidad generará tanto a corto como a largo plazo una mejora significativa y clínicamente relevante en los parámetros que componen la capacidad funcional de las mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico inespecífico, siendo estas mejoras mayores en el programa de intervención a largo plazo.

- **Hipótesis 3:**

Un programa de intervención basado en el entrenamiento de la fuerza muscular en mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico inespecífico tendrá un impacto positivo y significativo en los parámetros de la composición corporal tras un periodo de intervención a largo plazo (32 semanas).

- **Hipótesis 4:**

La aplicación del gel de mentol previo a la intervención basada en el entrenamiento de la fuerza muscular generará a corto y largo plazo mayores beneficios sobre la reducción de dolor, mejora en la capacidad funcional y composición corporal, que la sólo la aplicación aislada del entrenamiento físico en mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico.





Capítulo IV: METODOLOGÍA



4 METODOLOGÍA

A continuación se describirá la metodología seguida para la realización de esta investigación:

4.1 Diseño de estudio

La presente investigación corresponde a un diseño del tipo ensayo clínico controlado aleatorizado, con comparación de grupos paralelos y razón de asignación 1:1.

Se consideraron 3 grupos de investigación, 2 que entrenaron en base a un programa de entrenamiento de la fuerza con materiales elásticos y sólo difirieron entre si en la utilización del gel de mentol previo a la sesión de entrenamiento: 1) Grupo de entrenamiento + gel de mentol (GEM); 2) Grupo de entrenamiento + gel placebo (GEP). Y grupo 3, que correspondió a un grupo control sin intervención.

El estudio se dividió en 2 fases de intervención, la primera de 12 semanas de duración considerado entrenamiento a “corto plazo”, una etapa intermedia de “lavado” del mismo tiempo de duración (12 semanas) que permitió volver a aleatorizar a los grupos de investigación, para dar paso a la fase 2 a “largo plazo” que se realizó en un tiempo de 32 semanas (**Figura 18**).

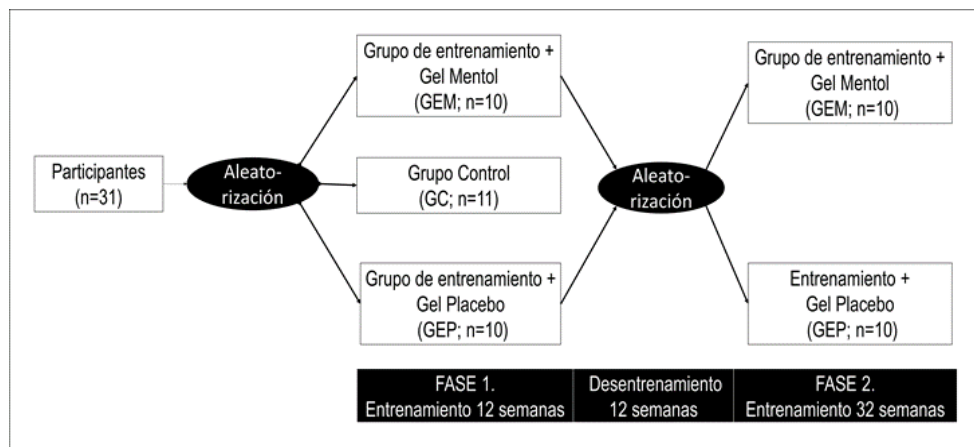


Figura 18. Diseño del estudio.

El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Valencia, España (H144313248892) (**ANEXO 1**) asegurando que esta investigación se realizara en conformidad la Declaración de Helsinki (revisión 2008), mientras que el estudio se adhirió a la Declaración CONSORT (Schulz et al., 2010) para asegurar la entrega de una información transparente y estandarizada.

Todos los participantes firmaron una carta de consentimiento informado donde los sujetos expresaron su voluntad para la participación libre en esta investigación y se pudieron retirar sin explicación en cualquier momento del estudio no existiendo compensación de ningún tipo, debido a que este programa fue ofertado como uno más de las opciones de talleres disponibles en la Casa de Encuentro..

Por último, todos los formularios de evaluación y sus resultados, así como también los consentimientos firmados por los participantes, se guardaron en archivadores cerrados, bajo llave en el laboratorio por el investigador principal, y posteriormente se retiró la identificación reemplazándolo por códigos en el programa de análisis estadístico para asegurar la confidencialidad y cegamiento en el análisis de los datos en todo momento.

4.2 Participantes

Fueron invitados a participar a través de un llamado en los medios de prensa local y el Servicio Nacional de Adultos Mayores (SENAMA, Los Ríos, Chile) personas mayores de la comunidad Valdiviana, correspondiente a la Región de los Ríos en Chile del radio urbano y rural, que presentaran antecedentes de Síndrome de dolor lumbar crónico inespecífico, diagnosticado previamente por un profesional médico en el centro de salud en el cual se encontraran inscritos.

Para la selección de la muestra, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- a) Adulto mayor de 60 años y más al momento de iniciada la investigación.
- a) Presentar diagnóstico de dolor lumbar de carácter inespecífico sin irradiación periférica y ninguna causa estructural o neuropsicológica, durante un tiempo superior a los 3 meses.
- b) No haber realizado ejercicio físico ni participar en un programa de entrenamiento los 6 meses anteriores.
- c) Autorización expedida por parte del médico de cabecera para la realización de actividad física propuesta en el programa de intervención.
- d) Ser capaz de firmar un formulario de consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- a) Presencia de una enfermedad neurodegenerativa o inflamatoria en columna, hernia de disco lumbar que requiera tratamiento quirúrgico, fracturas vertebrales, historia de cirugía lumbar.
- b) Historia de enfermedad neoplásica, psiquiátrica o cardiopulmonar severa.
- c) Alteraciones neuromusculares, sensoriales o cognitivas que impidieran la práctica de ejercicio.
- d) Uso de tratamiento fisioterapéutico para columna en los últimos 3 meses.
- e) Fluctuación del peso corporal mayor a 2 kg durante el año anterior.

4.3 Cálculo de tamaño muestral

El cálculo del tamaño muestral del estudio fue realizado en base a los valores publicados en la literatura previamente por Hägg *et al.* (2003) y Ostelo y de Vet (2005) para la escala visual analógica (EVA), en la que se describe una diferencia mínima de 20 mm, a un intervalo de tolerancia del 95% para que el hallazgo sea considerado clínicamente importante, y utilizando el software de libre licencia GRANMO (versión 7.12, abril 2012).

Hägg *et al.* (2003) recomiendan la utilización de la evaluación del dolor mediante EVA debido a que ha demostrado ser sensible en la detección de un cambio clínicamente importante en la población con dolor lumbar agudo y crónico.

En consecuencia, para el diseño experimental de este estudio fueron considerados dos grupos experimentales y uno control, asumiendo una distribución normal de las variables analizadas, el cálculo del tamaño muestral se realizó usando el análisis de la varianza. Por lo tanto, aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se necesitó al menos 7 sujetos en cada grupo para detectar una diferencia mínima de 20 mm en la escala EVA entre dos grupos, esto es debido a que ambos grupos de intervención recibieron el mismo entrenamiento de ejercicio, asumiendo un total de 3 grupos de análisis y una desviación estándar de 5 puntos.

Por último, se estimó una tasa de pérdidas de seguimiento del 20% fundamentado principalmente por la duración a largo plazo de la intervención y el propio estudio, con lo cual cada grupo fue conformado por un total de 10 participantes.

4.4 Test y mediciones

La fase 1 tuvo una duración de 12 semanas y en ella se realizó un pre y pos-test. La fase 2 duró 32 semanas y en ella se realizaron un pre-test, un inter-test en la semana 12 y un pos-test. La **Tabla 3** muestra la operacionalización de cada una de las variables que fueron analizadas en esta investigación.

Las evaluaciones de cada etapa fueron realizadas de manera consecutiva en tres días diferentes y las evaluaciones fueron divididas en 3 estaciones donde en cada una de ellas había a cargo un kinesiólogo y/o profesional de la actividad física que tenía al menos 5 años de experiencia en atención de personas mayores.

El primer día se evaluó el peso, índice de masa corporal (IMC), masa grasa y magra mediante impedancia bioeléctrica (Tanita® TFS300GS), circunferencia de cintura y cadera siguiendo las normas NAHNES (2009) (National Health and Nutrition Examination Survey, 2009). Para todas las evaluaciones, los participantes se encontraban descalzos y usaron ropa ligera. El segundo día, se evaluaron las pruebas que caracterizaron la capacidad funcional que a continuación, se proceden a describir:

- **Test de marcha 6 minutos (TM6m).**

Este test evalúa la capacidad aeróbica y resistencia para caminar de las personas mayores (**Figura 19**) y es utilizado clínicamente para medir el impacto de múltiples comorbilidades como son enfermedades cardiovasculares, pulmonares, artritis, diabetes, disfunción cognitiva e incluso depresión (Enright *et al.*, 2003).

Debido a sus características, es un instrumento útil para la evaluación funcional de las personas mayores debido a su facilidad de administración y similitud con las actividades de la vida diarias normales (Steffen *et al.*, 2002) y se consideró en esta investigación debido a que, según lo indicado como limitaciones en personas mayores con DLC, la marcha y desplazamiento son actividades limitadas en esta población.

Tabla 3. Operacionalización de variables de estudio.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	INDICADOR	INSTRUMENTO
Edad	Independiente	Tiempo que ha vivido una persona contando desde su nacimiento	Número años vividos	Entrevista directa
Dolor	Dependiente	Experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a daño tisular	Puntaje que mejor describe la intensidad del dolor	Escala Visual Análogica
Capacidad Funcional	Dependiente	Atributos relacionados con la salud que permiten a una persona ser y hacer lo que es importante para ella	Porcentaje de incapacidad	Índice de Oswestry
			Metros recorridos durante la prueba	TM6m
			Tiempo en ir y venir	Timed up an go
			Segundos de mantención	Estancia unipodal
			Número de repeticiones en 30 segundos	Levantarse de una silla
			Kilos de prensión	Fuerza prensil
			Kilos de tracción	Remo vertical
			Kilos de tracción	Sentadilla
Composición corporal	Dependiente	Análisis de las estructuras por las que está constituido nuestro cuerpo	Segundos de mantención	Curl-up
			Kilos de peso corporal	Peso
			Kilogramos por metros cuadrado	IMC
			Kilogramos de grasa corporal	Masa grasa
			Kilogramos de muscular	Masa magra
			Perímetro de cintura en centímetros	Circunferencia de cintura
Perímetro de cadera en centímetros	Circunferencia de cadera			

En esta prueba los participantes tenían la instrucción de caminar lo más rápido posible, sin correr ni trotar durante 6 minutos por una superficie plana demarcada de 30 metros, teniendo la posibilidad de detenerse pero debiendo continuar lo antes posible sin detener el cronómetro (Bautmans *et al*, 2004). El evaluador registró en metros la distancia recorrida durante el test.

Los valores de consistencia interna de la prueba son de 0.90-0.96 (Rikli & Jones, 2003).



Figura 19. Test de marcha 6 minutos.

- **Timed-up-and-go (TUG).**

Esta evaluación se ha utilizado principalmente para evaluar la marcha y el equilibrio dinámico, cuyo rendimiento relacionado directamente con el riesgo de caídas en población mayor (Steffen *et al.*, 2002).

Este test consiste en que los participantes se levanten de una silla sin apoyabrazos, caminen y giren alrededor de un cono ubicado a 3 metros y regresen a sentarse nuevamente. El evaluador registró el tiempo en segundos, desde cuando la región glútea de los participantes se levantaba de la silla hasta cuando la región

glútea volvía a tocar el asiento en la posición de sedestación. La prueba analizó el promedio en segundos de 2 intentos.

TUG tiene una excelente fiabilidad intraevaluador ($ICC=0.94$) en adultos mayores de la comunidad (Hofheinz & Schusterschitz, 2010) y una sensibilidad y especificidad del 87% (Shumway-Cook *et al*, 2000) **Figura 20**.



Figura 20. Test timed-up-and-go.

- Estancia Unipodal:

Este test es utilizado en personas mayores para evaluar el equilibrio estático y el riesgo de caídas (Vellas *et al.*, 1997; Goldberg *et al.*, 2011).

El participante fue instruido por el evaluador, indicando que debía cruzar los brazos sobre el tórax, apoyando las manos en los hombros y realizar triple-flexión de una pierna en 90° y mantener la posición la mayor cantidad de tiempo posible sobre un pie, repitiendo la prueba 3 veces. Fue registrado el mejor tiempo alcanzado durante la prueba (**Figura 21**). El coeficiente de correlación intraclase de esta prueba es de 0.994 (Springer *et al.*, 2007).



Figura 21. Test estancia unipodal.

- Levantarse de una silla:

Esta es una prueba clínica de rendimiento físico importante en adultos mayores debido a que evalúa la potencia, el equilibrio y la resistencia de la parte inferior del cuerpo y sus resultados se relacionan con actividades de la vida diaria más exigentes, a diferencia de lo que ocurre con la prueba que evalúa sólo 5 repeticiones y el test TUG, debido a que por sus características, permiten tener una evaluación del efecto de la fatiga causado por el número de repeticiones (Rikli & Jones, 2003; Nakatani *et al.*, 2002).

Para su evaluación los participantes debían iniciar desde la posición sentado manteniendo la espalda vertical en una silla estándar (con una altura de asiento de 40 cm). Se les indicó que miraran hacia adelante y se levantaran después de la orden de “1, 2, 3, adelante” a su propia velocidad preferida con los brazos cruzados sobre el pecho, realizando el mayor número de repeticiones posible durante 30 segundos. El rendimiento de la prueba se registró como el mejor de dos intentos.

Esta prueba presenta una consistencia interna de 0.79-0.93 (Rikli & Jones, 2003) **Figura 22.**



Figura 22. Test levantarse de una silla.

- **Fuerza prensil:**

Debido a las características de validez predictiva y simplicidad, esta prueba es considerada un signo vital útil para la evaluación funcional de los adultos mayores (Bohannon & Crouch, 2017).

Para su evaluación se utilizó un dinamómetro hidráulico Jamar® (PC 5030 J1, Sammons Preston Rolyan, USA). Y los participantes fueron instruídos por el evaluador que desde la posición sedente con el brazo aducido, el codo flexionado a 90° y la muñeca neutral, sostuviera el dinamómetro en posición II mientras el evaluador lo apoyaba ligeramente desde la base.

Se registró el mayor valor en kilogramos para la extremidad dominante de 3 esfuerzos de prensión progresivos hasta alcanzar el máximo posible con una pausa de 30 segundos entre cada intento (Boscheinen-Morrin & Conolly, 2001)

Figura 23.



Figura 23. Test de prensil.

- **Fuerza isométrica máxima de miembros superiores e inferiores:**

Fueron aplicadas las pruebas Remo vertical y Sentadilla de acuerdo con el protocolo descrito por Colado *et al.* (2010). Antes de realizar ambas pruebas, se inició con un calentamiento estándar y luego participantes tuvieron 10 minutos de descanso entre las pruebas. Se realizaron 2 repeticiones de cada ejercicio durante 5 segundos con un período de descanso de 2 minutos entre cada repetición.

- **Remo vertical:** los participantes iniciaron de pie, con rodillas y caderas extendidas para que los grupos musculares de extremidades inferiores no tuviesen participación en el gesto motor. Se utilizó una barra que fue fijada al piso por una cadena ubicando la célula de carga entre el extremo de la cadena y el piso. La longitud de la cadena permitió a los sujetos colocar sus brazos paralelos al suelo, permitiendo una abducción de hombros de 60° en el plano frontal y en el plano escapular (30° anterior al plano frontal). Para asegurar la posición se utilizó un goniómetro largo (36 cm) Baseline® y se les indicó a los participantes traccionar la barra hacia arriba a la vez que exhalaban el aire, mientras el evaluador supervisaba el correcto desarrollo de la evaluación.

- **Squat:** la persona mayor se posicionó con un apoyo de ambos pies en el suelo, manteniendo 45° de flexión de cadera y rodilla, el cual se midió con un goniómetro largo Baseline®. Se solicitó a los participantes tomar la barra con los codos extendido para evitar participación de los músculos de extremidad superior, esta variante del protocolo original fue realizada para evitar la fuerza compresiva en columna que generaba la barra al ser colocada en los hombros y que podía desencadenar dolor en los participantes con DLC. A la instrucción “¡vamos!” se solicitó a los participantes traccionar la cadena con las fuerza de las extremidades inferiores a la vez que exhalaba el aire. En todo momento un evaluador acompañó a la persona mayor para supervisar la técnica del movimiento y resguardar su estabilidad.

Respecto a la extracción de los datos, se seleccionó el segundo central de la señal de fuerza y se usó un valor promedio como indicador de la contracción voluntaria isométrica máxima analizándose el mejor de 2 intentos de cada participante. Todos los análisis de señales de fuerza se llevaron a cabo utilizando el programa Matlab 7.0 (Mathworks Inc., Natick, MA, USA) **Figura 24.**

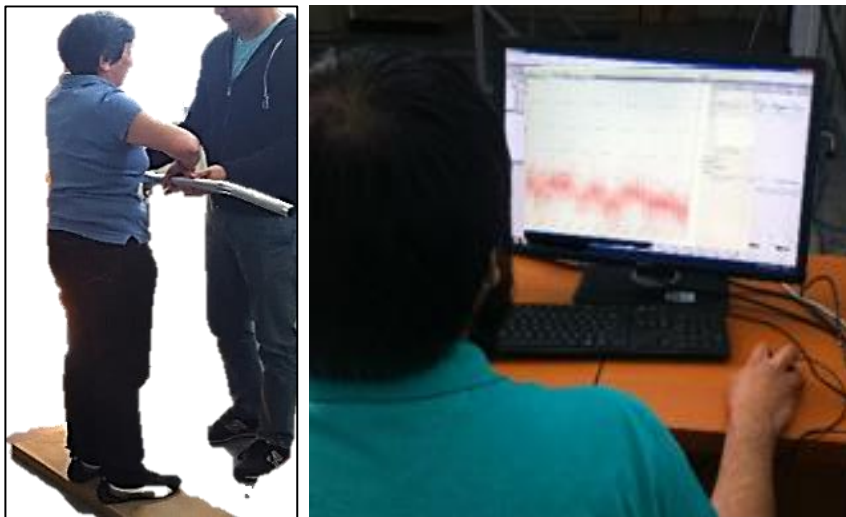


Figura 24. Evaluación fuerza isométrica máxima.

- **Test curl-up:**

Se incorporó esta prueba para caracterizar la resistencia abdominal isométrica de los participantes, debido a que es considerada una prueba fácil, conveniente y representativa del esfuerzo de flexión del tronco. Consiste en que los participantes deben mantener la flexión de tronco sin que el polo inferior de las escápulas toque la camilla mientras mantiene las rodillas flexionadas 90° con los brazos cruzados a la altura del pecho y los pies bajo una correa a la altura de los tobillos (Chen *et al.*, 2003).

Se registró el mejor tiempo de 2 intentos tras 1 min de descanso (**Figura 25**).

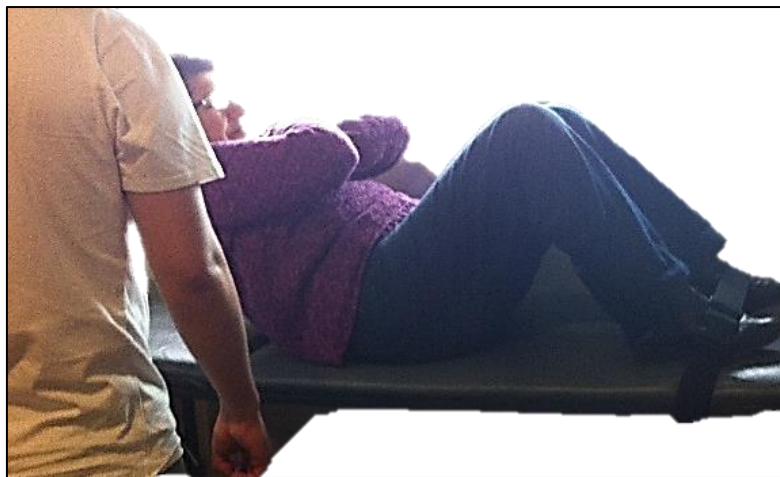


Figura 25. Test Curl-up.

El tercer día de evaluaciones, se aplicaron las pruebas para caracterizar el dolor y la salud funcional auto-percibida mediante aplicación de la escala visual analógica (EVA), que es metodología más utilizada para la evaluación de la gravedad del dolor (Kelly, 2001), donde el participante debió marcar en una línea de 100 mm el punto que mejor describía la intensidad de su dolor y posteriormente, completar el cuestionario para la discapacidad del dolor lumbar Oswestry (IDO), que evalúa para 10 actividades de la vida diaria la alternativa que mejor representa su condición actual (Fairbank & Pynsent, 2000).

El IDO es utilizable en una amplia variedad de aplicaciones para evaluar el resultado de una condición específica de discapacidad relacionada con incapacidad por dolor lumbar y es recomendado a nivel mundial y si bien se relaciona con la escala EVA, el ODI parece ser un mejor predictor debido a que caracteriza de mejor manera las limitaciones que se general en términos de la movilidad funcional (Ruiz *et al.*, 2014) (**Figura 26**).



Figura 26. Aplicación de cuestionarios.

4.5 Programa de entrenamiento







El plan de entrenamiento se realizó en la Casa de Encuentro de Adultos Mayores (SENAMA, Los Ríos, Valdivia, Chile). Esta casa de encuentro tiene por objetivo a reunir a las personas mayores de la comunidad entorno a un espacio de convivencia y recreación con diversas actividades y talleres que son de su interés, incluidas actividades que potencian el desarrollo de un envejecimiento activo y saludable.

Con lo que respecta al desarrollo del plan de entrenamiento, las primeras 4 sesiones distribuidas en 2 semanas, fueron utilizadas para realizar una “familiarización” con el objetivo de instruir a los participantes en la correcta ejecución de los ejercicios que conformaron el programa de intervención, la regulación de la intensidad con bandas elásticas y el control de la respiración durante las sesiones, fomentando una retroalimentación constante por parte del entrenador hacia los participantes.

Posteriormente, la tercera semana de encuentro con los grupos, se llevó a cabo el programa de entrenamiento propiamente tal, que tuvo una duración de 12 semanas para la etapa 1 y de 32 semanas para la etapa 2. Se consideraron esta cantidad de semanas de intervención debido a la que la literatura señala que el entrenamiento de la fuerza favorece a la hipertrofia en un periodo mínimo de 8 a 12 semanas, lo cual fue considerado “corto plazo” para efectos de esta investigación, mientras que, si es sostenido por un periodo de entrenamiento más largo, se mantienen dichos efectos (32 semanas = “largo plazo”) (Petrella & Chudyk, 2008; Steib *et al.*, 2010). Los entrenamientos tenían una frecuencia de 2 sesiones semanales en días alternos (martes y jueves) con un descanso de 48 horas entre sesiones.

Los participantes en cada sesión entrenaron los grandes grupos musculares del miembro superior, inferior y tronco, donde se seleccionaron en la periodización 4 a 5 ejercicios por sesión con la distribución que se detallan en la **Tabla 4**, siguiendo la metodología previamente publicada para este tipo de población de

Tabla 4. Ejercicios incluidos en el plan de intervención por fase y semana de intervención.

EJERCICIOS	FASE 1												FASE 2																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
 Flexión Brazos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			
 Remo vertical	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
 Remo inclinado					X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		
 Sentadilla abierta	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		
 Sentadilla cerrada	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
 Zancada					X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		

adultos mayores (Fritz *et al.*, 2018; Gargallo *et al.*, 2018).

El encargado del centro SENAMA fue el responsable de controlar la asistencia y el cumplimiento del plan intervención siguiendo unos estándares de calidad previamente determinados, para ello utilizó una lista de chequeo y asistencia en cada sesión.

4.5.1 Plan de entrenamiento de los grupos de intervención

Ambos grupos de intervención (GEM y GEP) entrenaron en conjunto y de manera profesionalmente supervisada. Durante las 6 primeras semanas de la fase 1 (12 semanas) entrenaron con 3 series de 10 repeticiones para cada ejercicio, manteniendo un rango de esfuerzo percibido local de 6-7, según el ratio establecido en la escala de percepción de esfuerzo (RPE) para el entrenamiento con bandas elásticas en personas mayores (Colado *et al.*, 2018) .

Las últimas 6 semanas de la fase 1 se aumentó a 8-9 el RPE y a 4 series por ejercicio. Se mantuvo un descanso activo de 90 segundos entre series durante la semana 1 a la 8 para disminuirlo a 60 segundos en las últimas 4 semanas (**Figura 27**). Una vez acabada la fase 1 y después de dejar 12 semanas de desentrenamiento, comenzó la fase 2 (32 semanas). En esta fase 2 se comenzó con la misma prescripción de ejercicio con la que se finalizó la fase 1. En las últimas 12 semanas de la fase 2 se disminuyó el descanso activo a 45 segundos (**Figura 27**).

Todas las sesiones tenían una duración de 60 min, las cuales estaban divididas en calentamiento (10 minutos), entrenamiento (40 minutos) y vuelta a la calma-elongación (10 minutos). Se utilizaron bandas elásticas (CLX Theraband®, Akron, OH, USA) de diferentes resistencias (azul, negra, plateada y dorada) para la realización de los ejercicios de fuerza.

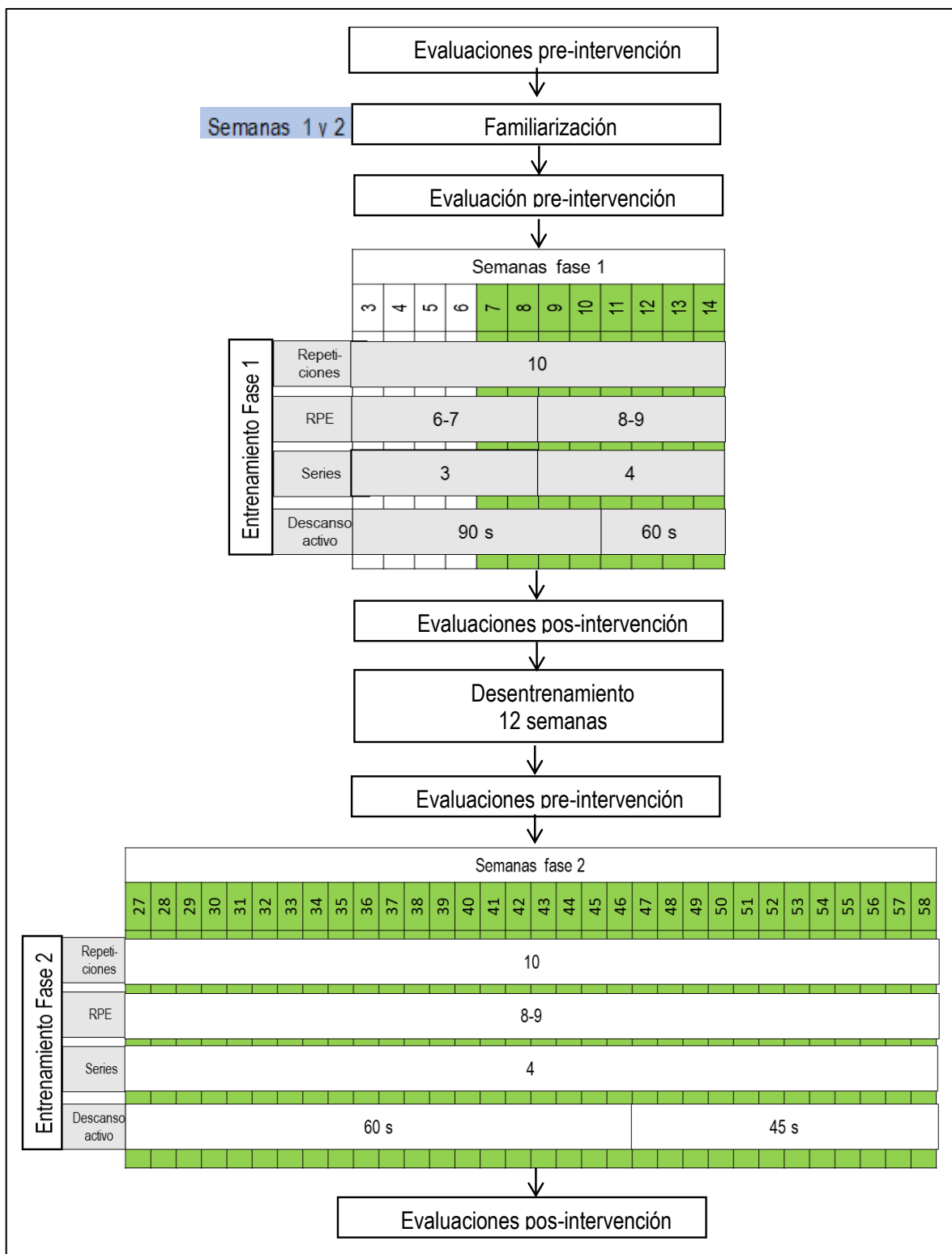


Figura 27. Evaluaciones e intervenciones fase 1 y 2. En verde se marcan las semanas con Gel de mentol y placebo según grupo de intervención.

El gel con mentol empleado en el estudio fue de la marca Biofreeze® (TheraBand®; Hygenic Corporation, Akron, OH, USA), mientras que el gel placebo fue suministrado por dicha empresa. El gel placebo tenía la misma composición y apariencia que el gel normal, pero sin el principio activo del mentol. El gel en forma de roll-on facilitó la autoaplicación en este tipo de población y localización anatómica.

Siempre supervisados por el entrenador, los participantes fueron instruidos en autoaplicarse el gel de mentol justo 10 minutos antes del inicio de la sesión de entrenamiento. Para ello, los ejercitantes limpiaban su zona lumbar con una toalla húmeda para quitar residuos de la piel y posteriormente realizaban la aplicación con el roll-on de la siguiente manera indicada por la empresa proveedora del gel: 2 aplicaciones verticales derecha e izquierda y 2 horizontales, así se aseguraba cubrir la zona lumbar de T12 a L5. Las auto aplicaciones consecutivas del gel fueron realizadas por cada participante y se reforzaron las instrucciones de aplicación dadas previamente mediante un cartel expuesto en el lugar de entrenamiento.

El uso del gel se aplicó a los sujetos de los grupos de intervención a partir de la cuarta semana de la primera fase. Con esto se garantizó un correcto aprendizaje de la técnica de entrenamiento dentro de unos rangos y patrones de movimientos seguros para que el mentol no enmascarase limitaciones o contraindicaciones debido a su efecto analgésico.

4.5.2 Intervención grupo control

El grupo control (GC) recibió instrucciones de no modificar sus actividades habituales diarias, no realizar actividad física e informar cualquier cambio de dieta o inicio de un tratamiento físico o médico. Con la supervisión de los investigadores, el encargado del centro SENAMA, tomó contacto telefónico una vez a la semana para verificar estas condiciones y que el participante se encontraba dentro de la ciudad.

4.6 Aleatorización y cegamiento

Los participantes fueron distribuidos en una asignación aleatoria en la cual a cada uno se le asignó un código, y mediante una tabla de números aleatorios se definieron los participantes de los grupos experimentales para la fase 1 (GEM y GEP) y control (GC), hasta completar 3 grupos (2 grupos de 12 personas y uno de 11). De la misma manera se actuó en la fase 2 hasta completar aleatoriamente dos grupos con los sujetos de los grupos de intervención de la fase 1.

Con respecto al uso del gel tópico, el responsable del desarrollo de las sesiones de entrenamiento lo recibió de manera ciega en forma de roll-on para repartirlo entre los ejercitantes de manera que nadie supiera si empleaba el gel con el principio activo del mentol o con el placebo, puesto que no estaba indicado en el embalaje y, además, el gel con placebo era de igual color, olor y textura que el que contenía el mentol. Cada roll-on tenía marcado un código de referencia aplicado por el proveedor (**Figura 28**), además cada roll-on era diariamente guardado por el entrenador con el nombre de cada ejercitante para que siempre usaran el mismo roll-on en cada una de las sesiones de entrenamiento.

Según el código previo que fue asignado a cada roll-on, y sin conocimiento de los resultados, al final del estudio, el proveedor reveló a los investigadores qué código de cada roll-on pertenecía al gel con mentol o al gel con placebo.



Figura 28. Roll-on de gel de mentol original y placebo.

La imagen muestra la codificación de cada bote para el enmascaramiento.

4.7 Análisis estadístico

Los datos previamente tabulados en una planilla Excel 2010 fueron exportados al software de análisis estadístico Statistical Package for the Social Sciences, SPSS (Version 23.0, Inc. Chicago, IL), que permitió realizar un análisis exploratorio de las variables de estudio y conocer las medidas de tendencia central como la media y de dispersión como la desviación estándar.

Previo al análisis de cada uno de las fases del estudio, se analizó la presencia de correlación entre las variables que caracterizaron dolor (EVA) y discapacidad asociado a DLC (ODI), con las variables que caracterizaron la capacidad funcional (TM6m, TUG, Estancia unipodal, Fuerza prensil, Remo vertical, Sentadilla y Curl-up) para ellos se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r).

Una vez resumidos los resultados obtenidos para cada una de las fases del estudio fueron incorporados a tablas donde se mostró el cálculo de la variación porcentual (% Δ) previo y posterior a cada intervención intragrupo para cada una de las fases del estudio, utilizando la siguiente fórmula estándar:

$$\text{cambio (\%}\Delta\text{)} = [(\text{valor postest} - \text{valor pretest} / \text{valor pretest}) \times 100]$$

Posteriormente, se confirmó la normalidad y homogeneidad de todas las variables dependientes incluidas en este estudio, incluidas las que caracterizaron la composición corporal, con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) y Levene, respectivamente, y se procedió a comparar los resultados obtenidos por los participantes de cada grupo de intervención y los individuos del grupo de control, ambos medidos al inicio y al final del programa de intervención para la fase 1 y agregando una evaluación intertest para la fase 2, calculando la varianza ANOVA para determinar si se produjeron cambios en el tiempo. Cuando fueron encontradas diferencias significativas sobre algunas de las variables dependientes se aplicó un análisis post hoc de Bonferroni para determinar entre qué grupo o grupos se

presentó dicha diferencia. Cabe destacar que para todo este análisis se consideró un valor $p \leq 0.05$ como evidencia de un hallazgo estadísticamente significativo.

A su vez, para determinar si la diferencia estadísticamente significativa era de interés práctico, se calcularon los tamaños del efecto (d de Cohen) intragrupo para cada una de las fases e intergrupo para la fase 2. Los resultados fueron interpretados siguiendo los estándares establecidos por Cohen donde: $< 0,2$ es considerado un efecto trivial; $0.2-0.5$ es indicativo de un efecto pequeño; $0.5-0.8$ moderado efecto y $> 0,8$ un tamaño de efecto grande (Cohen, 1988).

Por último, debido a que la evidencia actual ha demostrado que un cambio estadísticamente significativo en un estudio, no significa necesariamente que el cambio sea clínicamente importante (Copay *et al.*, 2007; Hägg *et al.*, 2003; Ostelo & de Vet, 2005) es que se complementó el análisis anteriormente descrito, contrastando los cambios sufridos por las variables dependientes de dolor y capacidad funcional con los valores publicados en la literatura que describen la “diferencia mínima clínicamente importante” (DMCI) en pacientes con DLC y/o adultos mayores.

Jaeschke *et al.* (1989) definen esta DMCI como la “diferencia más pequeña en la puntuación de una dimensión de interés que los pacientes perciben como beneficiosa y que justificaría, en ausencia de efectos secundarios o un excesivo coste económico, un cambio en el manejo del paciente”. Dicha comparación se resumió a través de graficas.

Para efectos de este estudio los valores DMCI considerados fueron:

- Mejoría en el test de marcha 6 minutos mayor a 65 metros recorridos para adultos mayores (Mangione *et al.*, 2010) y de 30,5 m para adultos con alguna patología incluido el miedo a caerse (Bohannon & Crouch, 2017).
- Reducción de 4 segundos en el rendimiento del TUG para población de adultos mayores (Mangione *et al.*, 2010)

- Mejora de 24,1 segundos en la prueba de estancia unipodal para adultos mayores (Goldberg *et al.*, 2011).
- Mejora de 3,49 repeticiones en la prueba de levantarse de una silla que sólo se ha descrito para adultos mayores con deterioro cognitivo (Blankevoort *et al.*, 2013), sin embargo, es el valor utilizado en personas mayores (Beudart *et al.*, 2019) .
- Mejora de 3,84 kg en la fuerza prensil en adultos mayores con y sin dolor de hombro (Lobo *et al.*, 2017) y de 4 kg para prueba de Fuerza prensil para adultos mayores con diabetes mellitus tipo 2 no insulino resistentes (Alfonso-Rosa *et al.*, 2014).
- Mayor a 20 mm o 2 puntos en la EVA para todos los tipos de dolor lumbar (Copay *et al.*, 2007; Hägg *et al.*, 2003; Ostelo & de Vet, 2005).
- Mayor a 10 puntos para el IDO para todos los tipos de dolor lumbar (Copay *et al.*, 2007; Hägg *et al.*, 2003; Ostelo & de Vet, 2005).





Capítulo V: RESULTADOS



5. RESULTADOS

A continuación, se presentarán los principales resultados del proceso de investigación tanto para la fase 1, que correspondió a los efectos a “corto plazo” del programa de intervención y la fase 2, que evaluó los efectos en el “largo plazo” .

5.1 Flujo del participante y características basales

El tamaño de la muestra inició con 53 personas mayores potencialmente seleccionables para ser parte del estudio, de las cuales, tras revisar los antecedentes médicos fue posible contar con 35 personas que cumplieron con los criterios de inclusión, sin embargo, sólo aceptaron participar mujeres en la investigación. Cabe destacar que la presencia de mujeres en las actividades físicas y recreativas en el centro era habitual, y no fue una condición que se diera sólo para esta investigación.

La principal causa de exclusión al inicio del estudio fue la presencia de patología neurodegenerativa en columna que necesitaba por prescripción médica resolución quirúrgica y se encontraban a la espera de concretar esta intervención. El flujo de participantes se detalla en la **Figura 29**.

En la segunda fase del estudio, que evaluó los efectos a largo plazo, se mantuvieron los mismos participantes de los grupos de intervención que finalizaron exitosamente la fase 1, con la diferencia que se volvieron a aleatorizar para la recepción del gel de mentol o placebo. En lo que respecta al grupo control en la fase 2, éste debió diluirse puesto que debido a razones institucionales locales ajenas a los investigadores, se les ofertó talleres adaptados de baile recreativo de manera voluntaria, fuera de la casa de encuentro, con lo cual se perdía el seguimiento y el control de los niveles de actividad física.

Respecto a las características generales de la población investigada, se resumen en la **Tabla 5**. Se puede indicar que la edad media de participación fue de

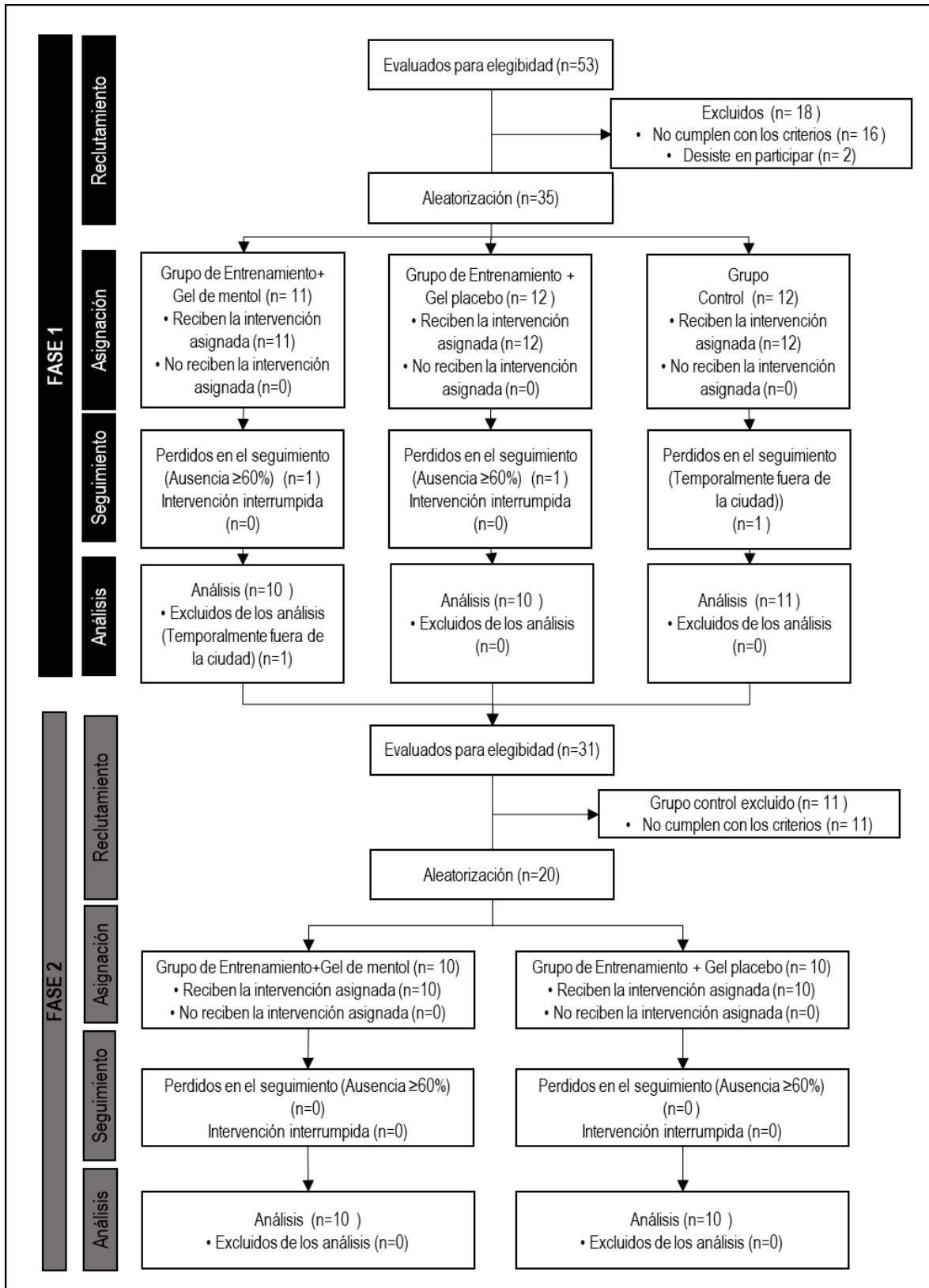


Figura 29. Diagrama de Flujo CONSORT del estudio (Schulz *et al.*, 2010)

71.13 ± 6.47 años, donde la persona más joven tenía 63 años de edad y la de mayor tenía 85 años, sin embargo, todas las mujeres se desempeñaban como dueña de casa, jubiladas, viviendo en sus hogares con sus maridos o visitadas por hijos, no requiriendo asistencia de un cuidador para realizar actividades en el día a día.

En cuanto a las características del dolor informado tras la evaluación con EVA asociado al DLC éste era en promedio “moderado”, sin utilización de medicamentos en el 62% de la muestra, mientras que el porcentaje restante utilizaban el fármaco Tramadol por prescripción médica cuando el dolor se volvía invalidante, pero al momento del estudio ninguna estaba consumiendo fármacos para el control del dolor, solamente los asociados al control de sus enfermedades crónicas, siendo las enfermedades más prevalentes las asociadas a disfunción cardiometabólica como Hipertensión arterial, Colesterol elevado y Diabetes Mellitus.

En cuanto a el porcentaje de discapacidad informado de manera general éste varió desde una clasificación con el IDO de “moderado (60%) a severo (40%)”, siendo las actividades reportadas con mayor dificultad aquellas que estaban asociadas a la carga de peso, mantenerse de pie durante más de 30 minutos y viajar; esta última actividad se encontraba particularmente limitada en todas las participantes. Respecto a la composición corporal la principal característica a destacar en la muestra es que todas las participantes presentaron valores del índice de masa corporal indicativo de sobrepeso u obesidad. Sin embargo, no existieron diferencias significativas entre las características basales de los grupos tras la aleatorización, como se muestra en la **Tabla 6**.

Complementariamente, se analizó previo al inicio de las intervenciones, si existía correlación entre las variables que caracterizaron el dolor y porcentaje de discapacidad asociado al DLC, con las variables de capacidad funcional en la población general, sin embargo, la correlación obtenida fue inversa sólo para el IDO destacando sólo la correlación del test de marcha 6 minutos, en que se pudo visualizar que con una probabilidad de error de 0.03% existió una correlación negativa entre el porcentaje de discapacidad evaluado con IDO y los metros recorridos en el test de marcha, sin embargo, la potencia de la correlación fue baja

Tabla 5. Características basales de la población de estudio asignada a cada grupo.

Características	GEM (n=10)	GEP (n=10)	GC (n=11)
Edad (años)	70.3±6.3	71.0±6.9	72.0±6.9
Peso (kg)	67.8±9.4	74.5±11.6	70.6±11.9
Altura(m)	1.50 ±0.1	1.52 ±0.1	1.50 ±0.1
IMC (kg/m ²)	30.1±3.5	32.4±4.2	30.4±4.1
EVA (n°)	6.5±1.4	6.4±2.0	5.9±1.5
IDO (%)	41.8±10.6	39.6 ±12.1	38.2±14.8
Comorbilidades (%)			
<i>Artritis</i>	20.0	30.0	18.2
<i>Diabetes Mellitus tipo 2</i>	30.0	40.0	27.3
<i>Hipertensión arterial</i>	60.0	70.0	63.6
<i>Hipotiroidismo</i>	20.0	20.0	27.3
Colesterol elevado	40.0	50.0	50,0

Nota. Los datos son presentados en medias ± desviación estándar.

Tabla 6. Medida de normalidad y homogeneidad de la población de estudio al inicio de la investigación.

Variable de estudio	Kolmorov- Smirnov			Prueba de Levene
	GEM	GEP	GC	
TM6m (m)	0.20	0.20	0.20	0.52
TUG (m)	0.12	0.20	0.89	0.62
Estancia unipodal (s)	0.22	0.12	0.89	0.82
Levantarse de una silla (n)	0.19	0.17	0.46	0.21
Dolor y capacidad funcional				
Fuerza prensil (kg)	0.17	0.11	0.20	0.90
Remo vertical (kg)	0.20	0.76	0.20	0.57
Sentadilla (kg)	0.63	0.20	0.20	0.75
Curl-up (s)	0.20	0.30	0.20	0.12
EVA (n°)	0.70	0.20	0.20	0.34
IDO (%)	0.39	0.20	0.43	0.80
Peso (kg)	0.20	0.20	0.20	0.59
Composición Corporal				
IMC (kg/m ²)	0.20	0.20	0.20	0.85
Masa grasa (kg)	0.20	0.20	0.20	0.86
Masa magra (kg)	0.20	0.20	0.20	0.43
Circunferencia cintura (cm)	0.16	0.20	0.20	0.18
Circunferencia cadera (cm)	0.20	0.20	0.20	0.90

($r = -0.34$; $p=0.03$), para todas las demás variables de capacidad funcional la correlación fue inversa pero muy baja (menor a 0.1) y no significativa.

Respecto a la adherencia al plan de intervención, es importante destacar que ninguno de los participantes del grupo de intervención desertó del estudio, sólo 2 personas fueron excluidas por una baja asistencia debido a causas médicas no derivadas de la intervención. El promedio de asistencia para la fase 1 del programa fue de 95.8% para el GEM y de 91.7% para el GEP, mientras que para la fase 2 fue de 89.3% para el GEM y de 90.3% para GEP. Cabe destacar que ninguno de los participantes, durante el tiempo que se desarrolló el estudio, reportó daño, empeoramiento de su condición de salud basal o lesión a causa del programa de intervención.

5.2 Evolución Fase 1 y 2 del entrenamiento de la fuerza muscular con resistencia variable.

Respecto a la evolución en la “carga de entrenamiento” asociado a la evolución de utilización de materiales elásticos utilizados por las mujeres mayores de GEM y GEP marcado por la progresión de colores de las bandas (de menos a más: verde, azul, negro, plata, dorado). Se pudo registrar que tras un seguimiento semanal y registro en planillas, al inicio de la fase 1 hasta la semana 4, que correspondieron a las semanas previas al inicio de la utilización de los geles previo al entrenamiento, todos los grupos iniciaron con la banda CLX color azul, la semana 8 de entrenamiento el 40% de GEM mantuvo la banda azul, mientras que el 60% utilizó la banda color negro, mientras que en el GEP 50% utilizó banda azul y el otro 50% restante evolucionó al color negro. Hacia el final de la fase 1, es decir al llegar a la semana 12 el 100% del grupo GEM utilizó banda elástica negra mientras que en GEP el 70% utilizó banda elástica negra y el 30% restante se mantuvo con banda azul.

Respecto a la fase 2 del estudio, se puede reseñar que al inicio de la intervención y durante las 4 primeras semanas todos los participantes entrenaron con la banda elástica CLX azul, a la 8ª semana el 50% del GEM utilizó banda negra y el porcentaje restante se mantuvo entrenando con la banda azul, mientras que en el GEP 40% de los participantes entrenaron con banda elástica negra y el 60% restante lo hizo con la banda azul. La semana 12 del estudio, el 80% del grupo GEM entrenaba con la banda elástica negra y sólo el 20% con azul, y en el GEP el 70% entrenaba con banda elástica negra y 30% con la azul. La semana 16 de entrenamiento de la fase 2 el 90% de los participantes entrenaron con banda elástica negra y el 10% con banda plateada, mientras que en el GEP el 100% entrenaba con banda negra. Ya finalizada la semana 32 y hacia el final del estudio el 60% del GEM entrenaba con banda negra y el 40% con banda plateada, mientras que en el GEP estos porcentajes alcanzaron un 50% de banda negra y un 50% de plateada.

Por último, el consumo calórico de cada grupo de entrenamiento, obtenido mediante las tablas de Ainsworth *et al.* (1993), fue de 284.5 kcal/semana para el GEM y de 302 kcal/semana para el GEP, durante la fase 1, mientras que para la fase 2 GEM mantuvo un consumo calórico de 281 kcal/semana y GEP 284.3 kcal/semana.

5.3 Efecto de la intervención fase 1: 12 semanas

Los cambios generados efecto de la intervención para dolor, capacidad funcional y composición corporal de la fase 1 se presentan en la **Tabla 7**. A continuación se resumen los hallazgos para el intra grupo tras las 12 semanas de intervención y las comparaciones intergrupo.

- **Análisis intragrupos: grupo entrenamiento mentol, grupo placebo y control**

Los participantes que pertenecieron al GEM experimentaron una mejora significativa en todas las variables que caracterizaron la capacidad funcional transcurridas las 12 semanas de intervención, con diferencias significativas para todas las variables: TM6m, $t(9) = -4.198$, $p < 0.001$; TUG, $t(9) = 4.099$, $p < 0.001$; Estancia unipodal, $t(9) = -2.794$, $p < 0.001$; levantarse de una silla $t(9) = -5.087$, $p < 0.001$; fuerza prensil $t(9) = -4.882$, $p < 0.001$, remo vertical $t(9) = -4.924$, $p < 0.001$, sentadilla $t(9) = -2.825$, $p < 0.001$; EVA $t(9) = 14.89$, $p < 0.001$ e IDO $t(9) = 6.621$, $p < 0.001$; a excepción de la prueba curl-up para la cual no existieron diferencias significativas $t(9) = -3.332$, $p > 0.05$. Las variables que presentaron un alto tamaño del efecto transcurridas las 12 semanas de intervención fueron: TM6m (ES= 1.4), TUG (ES = -1.8), levantarse de una silla (ES = 1.5), EVA (ES= -5.6) e IDO (ES = -2.2).

Los participantes que pertenecieron al GEP experimentaron diferencias significativas para las variables de capacidad funcional correspondientes a TM6m, $t(9) = -4.314$, $p < 0.001$; TUG, $t(9) = 5.335$, $p < 0.001$; levantarse de una silla, $t(9) = -3.973$, $p < 0.001$; fuerza prensil, $t(9) = -3.155$, $p < 0.001$; remo vertical, $t(9) = -3.272$, $p < 0.001$; curl-up, $t(9) = -1.525$, $p < 0.05$; EVA $t(9) = 10.062$, $p < 0.001$ e IDO, $t(9) = 7.252$, $p < 0.001$; a excepción de las pruebas de estancia unipodal, $t(9) = -3.767$, $p > 0.05$, y la fuerza isométrica de extremidades inferiores evaluado con sentadilla $t(9) = -4.579$, $p < 0.05$; para las cuales no existieron diferencias significativas. Las variables que presentaron un alto tamaño del efecto fueron las de equilibrio dinámico TUG (ES = -1.7), dolor EVA (ES= -3.8) y discapacidad evaluado con IDO (ES= -1.6).

Table 7. Efectos de la intervención para dolor, capacidad funcional y composición corporal para la fase 1 (12 semanas).

	GEM (n=10)				GEP (n=10)				GC (n=11)			
	Pretest	Posttest	%Δ	ES (d)	Pretest	Posttest	%Δ	ES(d)	Pretest	Posttest	%Δ	ES(d)
<i>Dolor y capacidad funcional</i>												
TM6m (m)	400.6±69.8	484.1±50.8	+20.8**	1.4	399.9±92.0	453.5±74.9	+13.4**	0.6	426.0±77.0	420.3±77.7	-1.4	-0.1
TUG (s)	6.8±1.6	4.7±0.4	-30.1**	-1.8	7.1±0.9	5.5±0.9	-22.2**	-1.7	6.7±0.9	6.8±1.1	+1.1 [§]	0.1
Estancia unipodal (s)	10.9±11.0	18.3±14.7	+68.5**	0.6	8.9±10.1	12.7±10.9	+41.3	0.4	11.7±16.9	10.9±17.1	-6.9	-0.0
Levantarse de una silla (n)	15.1±2.1	19.0±3.0	+25.8**	1.5	14.7±5.8	16.9±6.5	+14.9**	0.4	14.8 ±4.6	14.3±5.1	-3.7	-0.1
Fuerza prensil (kg)	22.6±4.2	25.4±4.8	+12.4**	0.6	23.1±4.5	25.6±5.2	+10.8**	0.5	23.3±4.8	22.7±4.7	-2.3	-0.1
Remo vertical (kg)	24.1±7.1	29.0±8.2	+20.3**	0.6	24.7±7.9	27.7±6.4	+12.5**	0.4	26.0±6.8	23.7±6.1	-8.8	0.4
Sentadilla (kg)	31.4±12.1	41.0±15.5	+30.7**	0.7	34.6±12.4	39.2±13.1	+13.1	0.4	29.0±10.7	27.7±10.1	-4.5	-0.1
Curl-up (s)	6.7±11.8	9.6 ±12.6	+44.3	0.2	17.9±28.5	24.1±30.1	+34.2 [*]	0.2	8.5±10.5	7.1±9.3	-16.6	-0.1
EVA (n°)	6.5±1.4	0.3±0.7	-95.4**	-5.6	6.4±2.0	0.4±0.9	-93.8**	-3.8	5.9±1.5	5.5±2.2	-6.2 [§]	-0.2
IDO (%)	41.8±10.6	17.4±11.4	-58.4**	-2.2	39.6 ±12.1	18±4.2	-54.6**	-1.6	38.2±14.8	41.8±13.9	9.5 [§]	0.3
<i>Composición Corporal</i>												
Peso (kg)	67.8±9.4	66.4±9.3	-2.1**	-0.2	74.4±11.6	73.8±11.5	-0.9	-0.1	70.6±11.9	70.8±12.1	+0.2	0.0
IMC (kg/m²)	30.1±3.5	29.4±3.4	-2.2**	-0.2	32.4± 4.2	32.1± 4.0	-0.9	-0.1	30.4±4.1	30.5±4.2	+0.2	0.0
Masa grasa (kg)	27.8±6.6	26.3±6.3	-5.2**	-0.2	33.5±6.4	32.8±6.0	-2.3	-0.1	29.8±6.7	30.1±6.9	+0.9	0.0
Masa magra (kg)	39.6±3.4	40.8±3.8	+3.4	0.3	41.3 ±4.9	42.3±5.1	+2.5	0.2	41.4±4.9	41.0±4.8	-0.9	-0.1
Circunferencia cintura (cm)	97.4±7.6	94.8±7.8	-2.7**	-0.3	101.7±8.3	98.3±8.7	-3.3**	-0.4	99.8±9.7	98.8±11.2	-1	-0.1
Circunferencia cadera (cm)	107.1±6.2	104.6±5.3	-2.3**	-0.4	110.6±6.6	109.2±6.2	-1.3	-0.2	108.8±7.6	109.4±8.1	+0.5	0.1

Nota. Los datos son presentados en media ± desviación estándar. ES: <0.2= efecto trivial; 0.2–0.5 = pequeño efecto; 0.5–0.8= moderado efecto y >0.8= gran efecto.

Diferencias intragrupo (*p≤0.05 y **p≤0.01); § Diferencias intergrupo (p≤0.01).

Mientras que para el grupo control, al contrario de lo ocurrido en los grupos que entrenaron con materiales elásticos, se evidenció un empeoramiento en las variables de capacidad funcional, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas: TM6m, $t(9) = 2.018$; $p > 0.05$, TUG $t(9) = -0.366$, $p > 0.05$; estancia unipodal $t(9) = 2.574$, $p > 0.05$; levantarse de una silla, $t(9) = 1.067$, $p > 0.05$; fuerza prensil, $t(9) = 2.206$, $p > 0.05$; remo vertical, $t(9) = 2.450$, $p > 0.05$; sentadilla $t(9) = 3.86$, $p > 0.05$; curl-up, $t(9) = 3.019$, $p > 0.05$; EVA, $t(9) = 0.425$, $p > 0.05$ e IDO, $t(9) = -2.763$, $p > 0.05$.

Respecto a las variables de composición corporal GEM presentó diferencias significativas en las variables de: peso, $t(9) = 3.239$, $p < 0.001$; IMC, $t(9) = 3.275$; $p < 0.001$; masa grasa, $t(9) = 2.542$, $p < 0.001$; circunferencia de cintura, $t(9) = 4.993$, $p < 0.001$ y circunferencia de cadera $t(9) = 1.816$, $p < 0.001$ a excepción de la magra para los cuales no existieron diferencias significativas $t(9) = -4.708$, $p > 0.05$. Sin embargo, las mejoras porcentuales fueron muy pequeñas, siendo el mayor cambio porcentual para masa grasa ($\% \Delta = -5.2$) con un tamaño del efecto igualmente pequeño ($ES = -0.2$).

GEP presentó diferencias significativas sólo para la variable de circunferencia de cintura, $t(9) = 4.150$, $p < 0.01$ y con un tamaño del efecto pequeño ($ES = -0.4$). No ocurrió esta misma situación para las demás variables debido a que si bien existió una mejora en los parámetros, el efecto no fue significativo: peso, $t(10) = 2.137$, $p > 0.05$; IMC, $t(10) = 1.964$, $p > 0.05$; masa grasa, $t(10) = 1.779$, $p > 0.05$; masa magra, $t(10) = -4.781$, $p > 0.05$; y circunferencia de cadera, $t(10) = 4.583$, $p > 0.05$.

Por último, nuevamente para el grupo control, tras las 12 semanas de intervención, todas las variables presentaron un empeoramiento aunque no significativo: peso $t(10) = -0.775$, $p > 0.05$; IMC, $t(10) = -0.668$, $p > 0.05$; masa grasa $t(10) = -2.208$, $p > 0.05$; masa magra $t(10) = 2.967$, $p > 0.05$; circunferencia de cintura, $t(10) = 1.028$, $p > 0.05$ y circunferencia de cadera $t(10) = -1.399$, $p > 0.05$.

- **Análisis intergrupos: grupo entrenamiento mentol, grupo placebo y control**

Tras realizar el análisis de los 3 grupos, se pudo evidenciar que se presentaron diferencias intergrupos estadísticamente significativas solo para para la variables de equilibrio dinámico TUG, $F(2,28) = 14.79$, $p < 0.000$, $\eta^2 = 0.51$; dolor evaluado con EVA , $F(2,28) = 45.29$ $p < 0.000$, $\eta^2 = 0.76$ y discapacidad evaluado con el IDO, $F(2,28) = 11,74$, $p < 0.000$, $\eta^2 = 0.46$.

Tras analizar en detalle las comparaciones múltiples y realizar el análisis post hoc, fue posible evidenciar que las diferencias estadísticamente significativas para la variable TUG se generaron entre GEM y el grupo control, $t(28) = 5.35$, $p < 0.000$; y GEP con el grupo control, $t(28) = 3.40$, $p < 0.01$; no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre GEM y GEP, $t(28) = 1.90$, $p > 0.05$. Pudiéndose evidenciar la misma condición para EVA e IDO, sin diferencias significativas entre GEM y GEP (EVA $p > 0.05$; IDO $p > 0.05$) y estadísticamente significativa para ambos grupos de intervención comparado con el control (EVA $p < 0.000$ e IDO $p < 0.001$).

Cuando se realizó el mismo análisis para las variables de composición corporal, no fue posible evidenciar cambios estadísticamente significativos intergrupo para ninguna de ellas: peso, $F(2,28) = 1.152$, $p > 0,05$, $\eta^2 = 0.076$; IMC, $F(2,28) = 1.221$, $p > 0.05$, $\eta^2 = 0.05$; masa grasa , $F(2,28) = 0.096$, $p > 0.05$, $\eta^2 = 0.182$; masa magra, $F(2,28) = 0.368$, $p > 0.05$, $\eta^2 = 0.026$; circunferencia de cintura, $F(2,28) = 0,548$, $p > 0,05$, $\eta^2 = 0.038$ y circunferencia de cadera , $F(2,28) = 1.667$, $p > 0.05$, $\eta^2 = 1.12$.

5.4 Efectos de la intervención fase 2

Los cambios en los niveles de dolor, capacidad funcional y composición corporal de la etapa 2 se presentan en la **Tabla 8 y 9**.

- **Análisis intragrupo grupo entrenamiento mental y grupo placebo.**

En el GEM las variables afectadas con una mejora positiva y significativa por el tiempo de intervención fueron: TM6m, $F(2,38) = 19.38$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.71$; estancia unipodal, $F(2,38) = 4.93$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.38$; levantarse de una silla, $F(2,38) = 17.96$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.69$; fuerza prensil, $F(2,38) = 15.21$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.66$; remo vertical, $F(2,38) = 21.28$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.73$; sentadilla, $F(2,38) = 16.67$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.63$ y curl-up: $F(2,38) = 6.86$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.33$; además del dolor evaluado con EVA, $F(2,38) = 130.3$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.95$ y el porcentaje de discapacidad evaluado con IDO, $F(2,38) = 33.02$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.81$. En cuanto a las comparaciones por pares, para determinar entre cuales tiempos (corto y/o largo plazo) se produjeron estas diferencias significativas se pudo identificar que estos cambios significativos ocurrieron en todas las variables antes mencionadas a mediano y largo plazo a excepción de EVA a largo plazo ($t(9) = 16.52$, $p > 0.05$) y curl-up a corto plazo ($t(9) = 3.33$, $p > 0.05$).

Para el grupo de personas mayores que utilizó el gel placebo (GEP) también se generaron mejoras significativas asociadas al tiempo de intervención para las variables de: TM6m, $F(2,38) = 14.16$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.61$; levantarse de una silla, $F(2,38) = 7.49$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.45$; fuerza prensil, $F(2,38) = 17.74$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.66$; remo vertical, $F(2,38) = 12.27$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.58$; sentadilla, $F(2,38) = 15.21$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.63$; dolor evaluado con EVA, $F(2,38) = 76.35$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.9$; y discapacidad evaluado con IDO, $F(2,38) = 30.48$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.77$. Tras realizar la comparación por pares, fue posible evidenciar que las mejorías se provocaron a mediana y largo plazo de manera significativa para todas las variables a excepción del dolor EVA tras el corto plazo ($t(9) = 35.06$, $p > 0.05$), tal como ocurrió para GEP.

Tabla 8. Efectos de la intervención en la capacidad funcional y dolor para la fase 2 (semanas 12 y 32)

	Grupo	Pretest (Línea base)	Intertest (Semana 12)	Posttest (Semana 32)	Pre-intertest			Pre-posttest			ES (d) intergrupo	
					Δ%	ES (d)	Valor p	Δ%	ES (d)	Valor p	Intertest	Posttest
TM6m(m)	GEM	522.9±58.2	530.7± 57.4	537.2±57.3	+1.5**	0.1	0.00	+2.7**	0.2	0.00	-0.0	-0.1
	GEP	522.4±72.2	528.5± 69.1	533.6±64.7	+1.2**	0.1	0.00	+2.1**	0.2	0.00		
TUG (s)	GEM	6.9± 0.4	5.2±0.8§	4.7±0.5§	-25.5	-2.7	0.26	-32.9	-4.9	0.12	1.3	1.5
	GEP	6.9±0.6	6.2±0.7§	5.7±0.8§	-11.3	-1.2	1.0	-17.5	-1.7	0.68		
Estancia Unipodal (s)	GEM	9.9±8.2	16.6±12.9	21.8±17.9	+66.9*	0.6	0.05	+119.1*	0.9	0.03	-0.3	-0.4
	GEP	9.4±5.2	13.2±8.0	15.9±10.4	+40.4	0.6	0.38	+69.9	0.8	0.31		
Levantarse de una silla (n°)	GEM	18.3±4.7	19.6± 4.6	21.8±5.1	+6.7**	0.3	0.01	+18.8**	0.7	0.00	-0.3	-0.3
	GEP	17.1±3.9	18.2± 3.8	20.4±3.0	+5.2*	0.3	0.04	+19.3**	0.7	0.00		
Fuerza prensil (kg)	GEM	23.6±3.2	25.2±3.3	26.8±2.9	+7.1**	0.5	0.00	+13.7**	1.0	0.00	0.1	-0.0
	GEP	24.2±2.7	25.6±2.6	26.7±3.1	+5.8**	0.5	0.01	+10.3**	0.9	0.00		
Remo vertical (kg)	GEM	31.4±11.6	34.5± 11.9	38.1±12.7	+9.9**	0.3	0.00	+21.3**	0.6	0.00	-0.4	-0.4
	GEP	29.5±6.8	31.1± 6.7	33.7±6.7	+5.8*	0.3	0.03	+14.5**	0.5	0.01		
Sentadilla (kg)	GEM	50.8± 22.8	55.6±21.8	61.4±21.9	+9.4**	0.2	0.00	+20.8**	0.5	0.00	-0.2	-0.3
	GEP	49.7±15.2	52.4±14.8	55.9±15.2	+5.5	0.2	0.05	+12.4*	0.4	0.02		
Curl-up (s)	GEM	19.1±18.3	26.7±31.5	32± 34.3	+39.9	0.3	0.01	+67.6*	0.5	0.02	-0.5	-0.6
	GEP	12.8± 8.4	14.7±9.9	16.8± 10.4	+15.3	0.2	1.0	+31.6	0.4	0.94		
EVA (n°)	GEM	5.3±1.0	2.3±1.0	0.2±0.4	-56.3**	3	0.00	-95.8	6.6	0.00	0.9	0.5
	GEP	5.4±1.2	3.2±1.0	0.5± 0.7	-40.7**	2	0.00	-90.7	5.1	0.00		
IDO (%)	GEM	35.8±16.6	20.0±13.2	4±6.2	-44.1**	1.1	0.00	-88.8**	2.5	0.00	0.1	0.7
	GEP	35.2±19.6	21.2± 18.5	11.0 ±12.9	-39.8**	0.7	0.00	-68.8**	1.4	0.00		

Nota. Los datos son presentados en media ± desviación estándar.

ES: <0.2= efecto trivial; 0.2–0.5 = pequeño efecto; 0.5–0.8= moderado efecto y >0.8= gran efecto. Diferencias intragrupo (*p≤0.05 y **p≤0.01);

§Diferencias intergrupo (p≤0.01).

Table 9. Efectos de la intervención en la composición corporal para la fase 2 (32 semanas).

	Grupo	Pretest (Línea base)	Intertest (Semana 12)	Postest (Semana 32)	Pre-intertest			Pre-posttest			ES (d) intergrupo	
					Δ%	ES (d)	Valor p	Δ%	ES (d)	Valor p	Intertest	Posttest
Peso (kg)	GEM	66.8±11.1	65.6±11.2	64.7±11.2	-1.8**	-0.1	0.00	-3.1**	-0.2	0.00	0.2	0.2
	GEP	67.7±9.9	67.2±9.9	66.8±10.0	-0.7**	-0.1	0.00	-1.2**	-0.1	0.02		
IMC (kg/m²)	GEM	29.2±3.6	28.7±3.7	28.3± 3.7	-1.9**	-0.2	0.00	-3.2**	-0.3	0.00	0.3	0.4
	GEP	30.2±3.8	29.9±3.7	29.8±3.6	-0.7**	-0.1	0.00	-1.3**	-0.1	0.01		
Masa grasa (kg)	GEM	26.5±7.3	24.3±6.8	23.2±7.2	-7.8**	-0.3	0.00	-12.5**	-0.5	0.00	0.4	0.5
	GEP	27.4±6.3	26.9±6.1	26.2±5.6	-1.9	-0.1	0.1	-4.6**	-0.2	0.01		
Masa magra (kg)	GEM	40.3±4.2	41.1±4.9	41.5±4.6	+2.1*	0.2	0.04	+3.2**	0.3	0.01	-0.2	-0.2
	GEP	40.2±4.7	40.3±4.9	40.7±5.1	+0.1*	0.0	0.02	+1.2*	0.0	0.02		
Circunferencia cintura (cm)	GEM	95.6±11.9	93.6±12.1	92±11.9	-2.1**	-0.2	0.00	-3.7**	-0.3	0.00	0.1	0.1
	GEP	96.3±8.4	94.6±8.5	93.1±8.6	-1.8**	-0.2	0.00	-3.3**	-0.3	0.00		
Circunferencia cadera (cm)	GEM	102.4±6.9	101.1±6.5	100.6±6.3	-1.3**	-0.2	0.01	-1.8**	-0.3	0.01	0.3	0.1
	GEP	103.8±8.3	103±7.9	101.5±7.7	-0.8	-0.1	0.12	-2.2**	-0.3	0.00		

Nota. Los datos son presentados en media ± desviación estándar.

ES: <0.2= efecto trivial; 0.2–0.5 = pequeño efecto; 0.5–0.8= moderado efecto y >0.8= gran efecto. Diferencias intragrupo (*p≤0.05 y **p≤0.01);

§Diferencias intergrupo (p≤0.01).

En ambos grupos (GEM y GEP), las variables relacionadas con la capacidad física que presentaron una mayor mejora porcentual a largo plazo (32 semanas) asociado a un alto tamaño del efecto fueron las asociadas al balance (GEM: TUG = -32.9 %, ES = -4.9 y estancia unipodal= 119.1%, ES=0.9 y GEP: TUG=-17.5%, ES= -1.7 y estancia unipodal= 69.9%, ES=0.8), aunque sin diferencias significativas para TUG y sólo con diferencias ignificativas para la prueba de estancia unipodal del GEM. También se evidenciación una evidente reducción en el dolor y discapacidad asociado a dicho dolor, desde la semana 12, de manera estadísticamente significativa y con altos porcentajes de mejoría a largo plazo (GEM: EVA= -95.8%, ES = 6.6; IDO: y GEP: EVA= -88.8%, ES= 2.5; IDO:-68.8%; ES=1.4), siendo más altas las variaciones porcentuales para el GEM.

Respecto a las variables que caracterizaron la composición corporal, para GEM todas las variables mejoraron significativamente, y estas mejoras fueron mayores asociadas al tiempo de intervención: peso, $F(2,38) = 161.59$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.95$; IMC, $F(2,38) = 131.75$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.94$; masa grasa, $F(2,38) = 55.05$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.87$; masa magra, $F(2,38) = 6.024$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.43$; circunferencia de cintura, $F(2,38) = 61.15$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.88$ y circunferencia de cadera, $F(2,38) = 9.36$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.59$. Tras las comparaciones por pares, para determinar entre cuales tiempos (corto y/o largo plazo) se produjeron estas diferencias significativas se pudo identificar que se generaron tanto a corto como a largo plazo para todas las variables antes mencionadas, aunque con un tamaño del efecto pequeño a las 32 semanas de intervención (ES=0.2-0.5). Sin embargo, la variable que destacó por presenta una mayor mejora porcentual fue la masa grasa (-12.5%) tras 32 semanas de intervención.

Para el grupo GEP, las variables asociadas a la valoración de la composición corporal que mejoraron significativamente tras la intervención fueron: peso, $F(2,38) = 3.923$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.304$; IMC, $F(2,38) = 5.55$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.38$; masa grasa, $F(2,38) = 36.41$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.80$; masa magra, $F(2,38) = 1.79$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.16$; circunferencia de cintura, $F(2,38) = 17.7$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.66$ y circunferencia

de cadera, $F(2,38) = 13.58$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.60$. Tras la comparación por pares, fue posible evidenciar que se generaron diferencias significativas tanto a corto como a largo plazo para todas las variables a excepción de la circunferencia de cadera a corto plazo, cuyas mejoras no fueron significativas ($t(9)=2.06$, $p>0.05$).

- **Análisis intergrupos.**

Por último, tras realizar el análisis intergrupos (GEM versus GEP) para cada uno de las semanas de intervención, solamente fue posible encontrar diferencias significativas asociadas al tiempo de intervención para la variable de capacidad física TUG, $F(2,38)= 5.19$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.23$, donde fue posible evidenciar que las diferencias significativas se dieron tanto a corto ($t(9)=1.91$, $p<0.01$) como largo plazo ($t(9)=4.67$, $p<0.01$), siendo mayores las mejoras en el GEM. No existieron diferencias significativas asociadas al tiempo de intervención tras la comparación intergrupos para ninguna de las variables de composición corporal. Cuando se calculó el efecto intergrupo de las diferencias provocadas a las 12 semanas y a las 32 semanas nuevamente sólo la variable TUG presentó un efecto considerado alto para dichos contrastes (Intertest: $ES=1.3$ y Posttest: $ES: 1.5$), mientras que el efecto de este contraste fue moderado para las variables de dolor EVA y porcentaje de discapacidad IDO, siendo más alto el efecto en el Intertest a las 12 semanas para EVA ($ES=0,9$), mientras que para IDO el mayor efecto se generó a largo plazo ($ES:0.7$)

Independiente de estos hallazgos, para todas las variables analizadas en esta investigación GEM presentó las mayores mejorías porcentuales asociadas a una mejora significativa para las variables de composición corporal y capacidad funcional.

5.5 Análisis secundarios: relevancia clínica del estudio

Por último, se analizaron los resultados obtenidos tras cada fase de intervención para cada una de las fase del estudio, en contraste con las valores correspondientes a las diferencias mínimas clínicas importantes (DMCI) publicadas en la literatura, considerado como efecto clínico importante.

La evaluación de EVA e IDO son considerados los end-point más relevantes en personas con DLC, estos valores son de variación en 2 puntos en la escala de EVA y 10% en la valoración de discapacidad en el IDO. Es por ello que, cabe reseñar que para la Fase 1 de esta investigación tras 12 semanas de intervención, el 100% de los participantes del GEM y GEP lograron estas mejorías clínicas en ambas variables (EVA e IDO), además, fue importante evidenciar que para el 80% de los participantes en cada grupo, el puntaje de dolor se redujo a 0.

Para la fase 2 del estudio se repitieron estos hallazgos, es decir, que las primeras 12 semanas de intervención el dolor se redujo clínicamente en el 100% de los individuos tanto del GEM como el GEP y ya para el final del estudio, la semana 32, el 80% del GEM no presentaba dolor y el 20% restante lo evaluó como 1 punto. Mientras que para el GEP, al final del estudio, un 60% no presentaba dolor, 30% lo evaluó con puntaje 1 y el 10% restante con puntaje 2. En cuanto a la evaluación del IDO para la fase 2, en el GEM el 90% de los participantes redujo clínicamente la discapacidad y en el GEP el 80% tras las primeras 12 semanas de intervención, mientras que de manera destacable tras las las 32 semanas de intervención (largo plazo) el 100% de los participantes tuvo una mejoría clínica en ambos grupos, sin embargo, el 70% del GEM no registraba discapacidad contrastado con el 50% del GEP.

En la **Figura 30** se demuestra las diferencias obtenidas posterior al programa de entrenamiento para ambos grupos de intervención posterior a cada fase del estudio en contraste a las DMCI publicadas en la literatura.

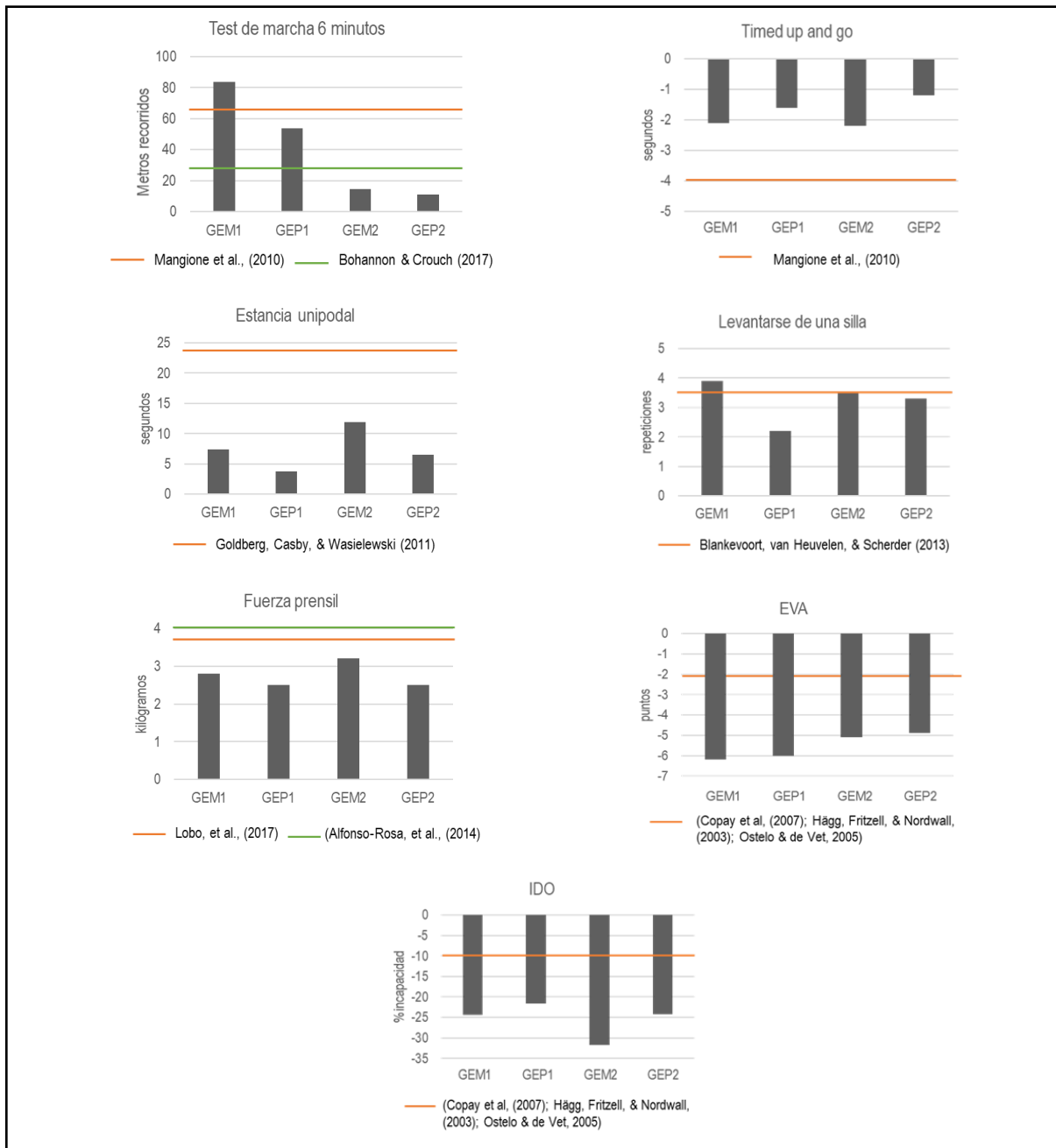


Figura 30. Diferencia pos intervención para la fase 1 y 2 del estudio en relación a la DMCI señalada con una línea continua. GEM1: grupo ejercicio + mentol fase 1; GEM2: grupo ejercicio + mentol fase 2; GEP1: grupo ejercicio + placebo fase 1; GEP2: grupo ejercicio + placebo fase.

Abreviaciones. EVA: escala visual analógica, IDO: índice de Oswestry.

Los resultados demostraron que, para el TM6m, levantarse de una silla, EVA y el IDO se alcanzaron DMCI, a la vez que, para la mayoría de estos casos, dichas mejorías ocurrieron desde la fase 1 con mayor claridad, debido a que la línea de base para esta fase era menor que para el inicio de la fase 2, pese al periodo de desentrenamiento. En cuanto al análisis particular para cada una de las pruebas aplicadas, fue posible evidenciar que para los test de balance TUG y estancia unipodal no se alcanzaron las DMCI, lo mismo sucedió para la prueba de fuerza prensil. En el caso del TM6m solamente para el GEM en la fase 1 los cambios agudos alcanzaron las DMCI publicados por Mangione *et al.* (2010) mientras que para ambos grupos de intervención en fase 1 se alcanzaron las DMCI publicados por Bohannon & Crouch (2017). En contraste a lo anterior, cuando se analizó la prueba levantarse de una silla se pudo observar que solo para el GEM se alcanzaron las DMCI en ambas fases.

En cuanto a la evaluación de dolor con la escala de EVA en ambos grupos de intervención se alcanzaron las DMCI en ambas fases del estudio, siendo superiores estas mejoras para la fase 1, debido a que inicialmente los participantes presentaban mayores niveles de dolor comparado con el inicio de la fase 2. Cuando se analizó la evolución de la incapacidad con el IDO, fue posible confirmar para ambos grupos y fases se alcanzaron las DMCI, sin embargo, estas diferencias fueron mayores en el largo plazo (fase 2) para ambos grupos, en especial para el GEM.





Capítulo VI: DISCUSIÓN



6 DISCUSIÓN

En el presente estudio se demuestra que un programa global para el entrenamiento de la fuerza realizado con materiales de resistencia variable del tipo elástico con una intensidad de moderada – alta produce claras mejorías en todas las variables analizadas.

Sin embargo, de manera totalmente novedosa debe destacarse que se produjo una mayor efectividad del programa de entrenamiento tanto a corto como a largo plazo cuando existió una aplicación del gel de mentol de manera previa a las sesiones de ejercicio físico.

A continuación, se procederán a discutir los resultados obtenidos en la presente investigación en contraste a la evidencia existente en la literatura organizado en cinco apartados.

Primeramente se hablará del efecto analgésico del entrenamiento de la fuerza muscular que puede haber generado mejoras en las personas mayores con DLC, luego se indagarán los factores que pueden explicar el efecto potenciador del mentol en los resultados obtenidos, para dar paso a la discusión de los efectos sobre la capacidad funcional y composición corporal obtenidos tras la realización de esta investigación.

En el último apartado se describirán las limitaciones de este estudio, las conclusiones e implicancias para su aplicación práctica en la comunidad científica y clínica.

6.1 Efecto del entrenamiento de la fuerza muscular con resistencia elástica en personas con dolor lumbar crónico.

En el presente estudio, se ha evidenciado que solo 12 semanas de intervención fueron suficientes para obtener una reducción del dolor clínicamente significativo de 2 puntos (20 mm) evaluado con EVA (Ostelo & de Vet, 2005) en todos los participantes de los grupos de intervención (GEM y GEP), manteniéndose este efecto tras el periodo de desentrenamiento hasta la semana 32 de la fase 2.

Un motivo que puede explicar estos hallazgos es que la evidencia científica ha demostrado que el ejercicio por sí mismo tiene un efecto analgésico posterior a su práctica, siendo la hipótesis más comúnmente probada para explicar este efecto la activación del sistema opiáceo endógeno (Koltyn, 2002; Koltyn & Arbogast, 1998). Esta teoría establece que el ejercicio desencadena una liberación de endorfinas del hipotálamo y las regiones pituitarias del cerebro, a través de un aumento de la presión arterial. Estas endorfinas actúan central y periféricamente para activar los mismos receptores en los que actúa la medicación opioide (Ugur *et al.*, 2018).

La analgesia posterior al ejercicio parece ser más consistente cuando el estímulo de ejercicio implica una intensidad mayor al 70% (Koltyn, 2002; Koltyn & Arbogast, 1998), lo cual es concordante con la intensidad de entrenamiento alcanzada en esta investigación, debido a que el grupo de investigación que no entrenó bajo los efectos del mentol igualmente redujo los niveles de dolor de manera clínicamente significativa.

Respecto a estudios previos donde se ha comprobado este efecto analgésico, se encuentran el estudio de Koltyn y Arbogast (1998) quienes examinaron el efecto analgésico de una sesión de entrenamiento de 45 minutos de la fuerza muscular a moderada- alta intensidad (3 series de 10 repeticiones al 75% de 1RM) versus un grupo control sin ejercicio. Demostrando que los umbrales de dolor aumentaban significativamente 5 minutos después del ejercicio contrarresistencia, con un efecto analgésico que duraba de 15 a 20 minutos para el siguiente ejercicio. Tras el análisis también fue posible evidenciar que los índices de

dolor eran más bajos los 5 minutos posteriores al ejercicio contrarresistencia, y a esto se sumó la observación de cambios en la presión arterial y la frecuencia cardíaca después del ejercicio. Razón por la cual, independiente de la utilización del analgésico de mentol utilizado previo a la intervención, el ejercicio por sí solo tiene un porcentaje importante en la reducción del dolor en esta población, y la persona que lo practica a moderada-alta intensidad se beneficia tanto intra como extra sesión.

Cuando se compararon los efectos analgésicos obtenidos en esta investigación con los resultados publicados en otros ensayos clínicos que basaron su intervención en métodos como: terapia manual (Dougherty *et al.*, 2014; Learman *et al.*, 2013; Sritoomma *et al.*, 2014), mindfulness (Morone *et al.*, 2016), acupuntura (Grant *et al.*, 1999) y Yoga (Teut *et al.*, 2016) en población de adultos mayores con DLC, fue posible evidenciar que el efecto analgésico obtenido tras el entrenamiento de la fuerza con resistencia elástica sin estar bajo el efecto terapéutico del mentol (GEP) fue altamente superior desde las 12 primeras semanas de intervención (fase 1), evidenciado en una reducción del dolor de 6 puntos evaluado con EVA y 21.6% para el IDO. A continuación, se contrastarán estos resultados con la terapias antes descritas.

Primeramente se describirán los niveles de cambio obtenidos por los estudios quienes basaron su intervención en técnicas de Terapia Manual. El ensayo clínico de Dougherty *et al.* (2014), tras aplicar manipulación espinal informó una reducción del dolor en 2.2 puntos y mejora en los niveles de discapacidad evaluado con IDO de un 8.8%; Learman *et al.* (2013) aplicaron manipulación Thrust sumado a ejercicios de fortalecimiento muscular informaron una reducción de 0.8 puntos para EVA y de una mejora en el IDO de un 12,6%, superior en la evaluación de discapacidad que el estudio de Dougherty *et al.* (2014) posiblemente por incorporar terapia activa con ejercicios. Por último, el ensayo clínicos de Sritoomma *et al.* (2014), quienes aplicaron dos técnicas de masoterapia: masaje Sueco y Tailandés por 5 semanas de intervención, informan reducciones en los niveles de dolor de 4 puntos para el masaje Sueco y de 4.8 puntos para el masaje Tailandés, mientras

que para el IDO informan mejoras en un 14.5% y 12.1%, respectivamente. Si bien existió una tendencia a mejorar los resultados analgésicos con las técnicas de masaje, éstas mejorías están muy por debajo de las alcanzadas con el tratamiento activo utilizado en esta investigación tanto a corto como a largo plazo, además, es importante destacar que de estos 3 ensayos clínicos, el único que evaluó cambios en la capacidad funcional con un test de movilidad fue el estudio de Daugherty *et al.* (2014) quienes reportan una mejora en un 1.53 segundos en el TUG, cercano a las mejoras del GEP en fase 1 (mejora en 1.6 segundos), lo cual reafirmaría la hipótesis que la reducción del dolor se relaciona con la mejora en la movilidad funcional y equilibrio dinámico evaluado a través de esta prueba en el corto plazo.

El estudio de Morone *et al.* (2016) por su parte utilizó terapia en base al Mindfulness por 8 semanas de intervención y los efectos analgésicos informados fueron una reducción en 1.5 puntos para dolor y mejoras en los niveles de discapacidad con el cuestionario Roland-Morris en 3.5 puntos. Si bien bajo este enfoque se logra una mejora a corto plazo éstas se pierden cuando se realiza un seguimiento a los 6 meses posteriores, razón por la cual el control del dolor no puede ser el único enfoque terapéutico utilizado para tratar el DLC de personas mayores, debido a que hemos evidenciado que las repercusiones son a nivel físico y funcional.

Respecto a las mejoras informadas en el ensayo clínico de Grant *et al.* (1999) quienes utilizan técnicas de acupuntura y TENS para el tratamiento del DLC en personas mayores durante 4 semanas; tras evaluar el dolor con una escala del 0 a 200 mm las reducciones en el nivel de dolor en términos de porcentuales para el grupo que fue intervenido con acupuntura fue en un 50.7% respecto al valor inicial, mientras que para el grupo TENS dicha reducción fue en un 46.5%. Si bien estas mejorías son importantes y superiores a los estudios antes descritos, la terapia activa realizada en esta tesis doctoral sigue siendo superior en sus efectos analgésicos para la reducción del dolor. Además, se debe considerar que para aplicar TENS y acupuntura como herramienta terapéutica se requiere de un fisioterapeuta especializado en la técnica, especialmente para la aplicación de

acupuntura , mientras que para TENS se requiere de una adquisición de un equipo personal por paciente, ya que de seguir la recomendación de este estudio (Grant *et al.*, 1999) el paciente necesitaría altas dosis terapéuticas de 30 minutos, distribuidas en un máximo de 6 horas diarias.

Por último, tras comparar estos resultados con las mejoras reportadas por Teut *et al.*, (2016) quienes realizaron entrenamiento por 3 meses en base a Yoga y un segundo grupo en base a Qigong (terapia oriental), nuevamente los resultados obtenidos en la presente investigación superan con creces la mejora reportada para el grupo Yoga quienes redujeron el dolor en 1.71 puntos versus 1.67 puntos tras el entrenamiento con Qigong. Pese a seguir un enfoque terapéutico más activo en base al movimiento de las personas mayores con DLC, tal como ocurrió para las demás intervenciones descritas anteriormente, los autores sólo centraron sus mejoras en el efecto analgésico, sin considerar pruebas funcionales que pudiesen respaldar la intervención y en la misma investigación, cuando se compararon estas mejorías con el grupo control pasivo, sorprendentemente ninguna de estas terapias fue superior a no hacer nada (grupo control disminuyó el dolor 1.89 puntos).

Otros de los motivos que pueden explicar las mejoras del programa de intervención se encuentra en que este programa de entrenamiento contribuyó directamente a mejorar los tres parámetros asociados a la presencia de sarcopenia: fuerza muscular, cantidad/calidad muscular y rendimiento físico (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019; Sakai *et al.*, 2017). Esto se ve reflejado en las mejoras significativas superiores al 10% en todas las pruebas que caracterizaron la fuerza muscular en ambas fases del estudio del grupo que entrenó con el gel placebo y un aumento, aunque pequeño en la masa magra, pese a que previamente la literatura había documentado que en mujeres mayores existía de base una menor calidad muscular con predominancia a la pérdida en los niveles inferiores de columna vertebral (Sions *et al.*, 2017), razón por la cuál estas mejorías aunque son pequeñas son importantes en esta población predispuesta a tener una menor condición basal.

Cuando se analizaron las mejoras de la prueba de fuerza prensil, todas las participantes superaron los 21 kg de fuerza muscular deseados en mujeres mayores

por su correlación con una menor dificultad para caminar 0.5 km o subir escaleras (Sallinen *et al.*, 2010) y que los aleja de los valores de riesgo de sarcopenia en mujeres (<15 kg) (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019).

El estudio de Hori *et al.* (2019), por su parte, asoció que los valores de fuerza prensil menores a 23 kg se relacionaban a mayores niveles de dolor en personas mayores de 70 años con DLC. En nuestra población de estudio el 50% de la población GEM y el 60% de la GEP sobrepasaba los 70 años, de los cuales el 40% del GEM y 50% del GEP tenía valores de fuerza prensil inferiores a 23 kilos al inicio del estudio, y tras la intervención a largo plazo todas las participantes aumentaron sus valores sobre este valor, y consecuentemente redujeron los niveles de dolor.

Las mejoras en fuerza y calidad muscular son concordantes con las mejoras en el rendimiento físico en todas las pruebas, este punto es particularmente importante, debido a que el rendimiento físico es un indicador directo de gravedad en sarcopenia (Sakai *et al.*, 2017) y cuando se comparan los efectos del entrenamiento con los parámetros de capacidad funcional es altamente reseñable en este estudio que el entrenamiento por sí solo a moderada-alta intensidad en personas mayores con DLC estimuló mejoras en todos los parámetros que caracterizaron la función física de los participantes a corto y largo plazo, lo cual se encuentra directamente relacionado con la reducción del riesgo de caídas, incapacidad y fragilidad en las personas mayores (Kuo *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2010).

Estas mejoras en los niveles de fuerza muscular son importantes en personas mayores con DLC debido a que niveles más altos de fuerza tienen un efecto protector sobre la aparición de nuevos episodios de dolor lumbar (Taylor *et al.*, 2014) y del mismo modo, los ejercicios de fuerza reducen el riesgo de aparición de dolor lumbar (Schild von Spannenberg *et al.*, 2012).

Las ganancias de fuerza que ocurrieron en las primeras 8 semanas de entrenamiento están asociadas con adaptaciones neurológicas (Häkkinen, 1989) coordinación motora y sincronización de unidades motoras (Baker *et al.*, 1994), mientras que las mejoras en la fuerza después de la octava semana suelen estar

relacionadas con un aumento del anabolismo muscular (es decir, hipertrofia) (Häkkinen, 1989). La duración del programa de entrenamiento realizado en esta investigación a corto y largo plazo (12 y 32 semanas) probablemente fue suficiente para lograr mejoras en la fuerza que resultaron de cambios tanto neuromusculares como hipertróficos en la población con DLC.

Por otra parte, el objetivo general cuando se trata de pacientes mayores con dolor crónico es optimizar su capacidad de funcionamiento a pesar de la persistencia de algunos dolores. Esto se alinea bien con la práctica filosófica de la medicina geriátrica, que es, optimizar la función del paciente a pesar de que los profesionales sean incapaces de erradicar la enfermedad (Weiner, 2015), es por ello que es importante aumentar los parámetros asociados a la capacidad funcional.

Dentro de los beneficios producidos por el protocolo seguido en este estudio, pueden destacarse tanto la mejora clínicamente significativa en la distancia recorrida en el test de marcha 6 minutos (>30.5 metros, Bohannon & Crouch, 2017) en ambos grupos de intervención, como el aumento en la fuerza/ resistencia de tren inferior evaluado con la prueba de levantarse de una silla y fuerza isométrica de extremidades inferiores con la prueba de Sentadilla en el grupo que utilizó el gel con mentol complementario al entrenamiento de la fuerza muscular.

La mejora en estas pruebas (TM6m, levantarse de una silla y Sentadilla) se relacionan directamente con mayores rangos de flexión y extensión de columna vertebral que es un factor reconocido en la literatura como principal limitante para el desempeño de actividades funcionales y tareas que involucran transiciones de sentado a estar de pie (Intolo *et al.*, 2009; Rudy *et al.*, 2007). Además, estas mejorías funcionales también demuestran un aumento de fuerza en los extensores de rodilla, cuya fuerza se encuentra disminuída por el proceso de envejecimiento (Janssen *et al.*, 2000). Este aumento de la fuerza en extremidad inferior y tronco disminuyen el patrón compensatorio común realizado durante la transición de sedente a bípedo en personas con DLC reflejado en el aumento de la flexión lumbar (Dehail *et al.*, 2007). Con lo cual, estas mejoras optimizan las transiciones de la persona mayor, así como también mejoran la movilidad de extensión de columna,

necesaria para alcanzar la posición erguida estando sentado, independientemente del estado del dolor.

A su vez, es importante señalar que si bien para los test que evaluaron el equilibrio en este estudio no se alcanzaron los valores necesarios para considerar una DMCI, los valores obtenidos posteriores a la intervención son parámetros considerados normales para las pruebas de balance en población adulto mayor y se relacionan con un menor riesgo de caídas (Hofheinz & Schusterschitz, 2010; Kojima *et al.*, 2015; Springer *et al.*, 2007). Estas mejoras cobran relevancia debido a que la evidencia ha descrito que en población adulto mayor con DLC inespecífico que existe basalmente un déficit en la estabilidad postural, evidenciado en una mayor excursión y velocidad del centro de presión en comparación con individuos sanos (Ruhe *et al.*, 2011) a esto se suma una alteración en la activación muscular y atrofia selectiva de los multifidos, que es indicativo de una menor protección de los tejidos que podrían estar lesionados en la columna vertebral de una persona mayor con DLC (Danneels *et al.*, 2000), por lo tanto, las mejoras obtenidas en los test de balance son indicativos de una mayor estabilidad de tronco, en consecuencia, una menor excursión del centro de gravedad que es indicativo directo de un mayor control postural.

Las mejoras en el control de la musculatura central se pueden relacionar además, con el aumento en el rendimiento en el test curl-up, para ambos grupos de intervención, tanto a corto como a largo plazo. Si bien, no existen datos en la literatura de valores óptimos de rendimiento para esta prueba en personas mayores, una mejor función de la musculatura que forma parte del core es indicativo de una mayor estabilidad a la zona lumbar, y es particularmente importante en personas mayores con DLC, porque existe evidencia de un deterioro significativo en esta población respecto a aquellos sin DLC o asintomáticos, relacionado directamente con el riesgo de caída. (Helewa *et al.*, 1990; Kato *et al.*, 2019; Nourbakhsh & Arab, 2002).

Otro factor relevante que contribuye a explicar estas mejoras, y a la mayor estabilidad del tronco, es que los ejercicios que se realizaron en este programa

tenían un componente de simetría muscular en su ejecución y la evidencia científica ha respaldado la importancia de entrenar ejercicios de este tipo debido a que una de las causas involucradas en el dolor en personas mayores con este DLC es el desequilibrio muscular (Larivière *et al.*, 2000).

El desequilibrio muscular de los músculos del tronco conduce a una ejecución asimétrica de los movimientos de éste (Larivière *et al.*, 2000) y al mal reposicionamiento después del movimiento (Descarreaux *et al.*, 2005) que potencia el dolor; razón por la cual, los ejercicios en simetría son fundamentales para reducir los efectos negativos de esta condición y potencian la eficacia del propio entrenamiento, con lo cual, se protege la movilidad en planos dolorosos de la persona que entrena y así se evitan episodios dolorosos, con lo cual, el participante pierde el temor a la movilidad y se beneficia completamente de los efectos del entrenamiento de la fuerza muscular.

A este último punto, también se puede agregar que los ejercicios utilizados en esta investigación potenciaron el entrenamiento de la fuerza muscular con ejercicios que trabajaron el cuerpo completo, este enfoque ha demostrado su superioridad respecto a los que trabajan sólo la musculatura del core en personas con DLC (Jackson *et al.*, 2011; Kell & Asmundson, 2009) principalmente porque al mejorar la capacidad muscular de manera global, las mejoras a nivel central son una consecuencia de una mejor tolerancia y desempeño al ejercicio, que permiten al individuo focalizar sus mejoras en la funcionalidad global y no analítica de un solo grupo muscular, debido a que las limitaciones en las actividades de la vida cotidiana comprometen a todas las cadenas musculares y no sólo a columna.

Sumado a lo anterior, el entrenamiento y selección de los ejercicios tiene la ventaja de estimular las fibras Tipo 1 de tronco, debido a que se requiere el control y estabilidad de la zona central para que pueda tolerarse la tracción del material elástico y contrarrestar la desestabilización articular; esto combate directamente la atrofia de estas fibras provocadas por el DLC (Ciciliot *et al.*, 2013) y además, disminuye la atrofia de las fibras tipo 2 provocadas por el proceso biológico del

envejecimiento (Evans & Lexell, 1995) con el estímulo específico en la musculatura global de extremidad superior e inferior.

En concordancia con publicaciones previas, los hallazgos de esta investigación confirman las mejoras obtenidas en adultos mayores de la comunidad, sanos y sin alteración del peso corporal tras periodos cortos de intervención (6 a 12 semanas) pero con una frecuencia de entrenamiento semanal mayor (3 veces a la semana). Por ejemplo, el estudio de Motalebi & Loke (2014) reportó mejoras de alrededor de un 30% en la fuerza muscular de las extremidades inferiores y balance dinámico evaluado con TUG, tras aplicar un programa de entrenamiento con tubos elásticos a moderada intensidad durante 12 semanas. Mientras los porcentajes de mejoría obtenidos por Cavani *et al.* (2002) son muy inferiores en el TM6m (+9%) y en el TUG (-15%), obteniéndose resultados similares para la prueba de fuerza levantarse de una silla (+30%) tras realizar 6 semanas de entrenamiento utilizando máquinas de resistencia con un protocolo de 12 a 15 repeticiones hasta la fatiga.

Son escasos los estudios que han realizado entrenamiento de la fuerza en personas mayores con DLC y sobrepeso u obesidad, encontrándose hasta la fecha tan sólo dos artículos publicados de un mismo autor (Vincent *et al.*, 2014a; Vincent *et al.*, 2014b). Sin embargo, a pesar que en ellos se evaluó solamente la fuerza y la velocidad de la marcha como variables de cambios en la función física de las personas mayores, sus resultados coincidieron en demostrar que el entrenamiento de la fuerza muscular global a intensidades moderadas-altas genera mejoras en la velocidad de la marcha y fuerza muscular del tronco y extremidades, con resultados significativos tras cuatro meses de intervención en la fuerza de extremidades inferiores, tal como ocurrió en el grupo que entrenó con el gel de mentol desde la semana 12 para la fase 2, con la diferencia de que los protocolos utilizados por Vincent *et al.* (2014a) y Vincent *et al.* (2014b) fueron con una frecuencia semanal mayor (3 veces a la semana) y requirieron máquinas de resistencia muscular analíticas para el trabajo de cada grupo muscular.

En cuanto a las variables de percepción de dolor, como son catastrofismo y autoinforme de discapacidad, sus resultados son robustos (Vincent *et al.*, 2014b;

Vincent *et al.*, 2011) y coinciden con nuestros hallazgos en la reducción significativa del dolor en el mediano plazo, con lo cual, se demuestra que existe evidencia de que el entrenamiento muscular practicado por mínimo 3 meses con una frecuencia de 2 veces a la semana, genera analgesia en las personas mayores con sobrepeso u obesidad que padecen DLC, transformándose en una alternativa de tratamiento segura y efectiva para esta población.

Por último, las mejoras porcentuales obtenidas tras la aplicación de este programa de entrenamiento superan con creces el 30% de cambio con respecto al valor inicial necesario para ser considerado una diferencia clínica significativa según lo establecido por la revisión de literatura, panel de expertos y el taller desarrollado durante el “VIII Foro Internacional de Investigación de Atención Primaria sobre el dolor lumbar” en Amsterdam (junio de 2006) (Ostelo *et al.*, 2008).

A la vez que, si se calculan estos beneficios en términos del impacto en los costes socio sanitarios considerando las estimaciones publicadas por Mutubuki *et al.* (2020), que eran reducción de 9 euros en costes sanitarios y 23 en gastos sociales por cada punto de reducción en el IDO durante 3 meses por persona, este programa reduciría en un año tan sólo por aplicar el entrenamiento de la fuerza muscular 1030 euros en costes sanitarios y 2631 euros en costos sociales; mientras que si a esta intervención se suma la aplicación previa del gel de mentol esta reducción de costos alcanzaría los 1361 euros para costos sanitarios y 3478 euros para costos sociales por persona de manera anual y por el contrario, la no intervención (calculada con los valores del grupo control fase 1) aumentaría los costos sanitarios en 130 euros y 331 euros para costos sociales en 3 meses por individuo.

Por lo tanto, la implementación de esta estrategia de intervención de manera simple (entrenamiento de la fuerza muscular) o combinada (fuerza +gel de mentol) podría generar ahorros de en los costos potenciales asociados al tratamiento del dolor y la discapacidad en un trastorno altamente prevalente como es el DLC en adultos mayores.

6.2 Efecto analgésico de la aplicación de mentol previo a un programa de entrenamiento de la fuerza muscular con resistencia variable.

Las mejoras obtenidas en este estudio por parte de los participantes que utilizaron el gel con mentol se pueden explicar debido a la reducción de la intensidad del dolor y el catastrofismo del paciente (Colado *et al.*, 2018; Kuss *et al.*, 2015) que reduce la limitación intrínseca en los rangos de movilidad de columna en personas mayores con DLC, permitiendo un mejor desempeño en las pruebas funcionales (Coyle *et al.*, 2017).

La aplicación de mentol justo previo a la sesión, generaría de manera aguda analgesia que permitirían a las personas mayores entrenar durante la sesión con un mayor umbral doloroso, y además el mentol tiene un efecto crónico, en que su aplicación constante disminuye el dolor a largo plazo (Stanos, 2007). Esto se encuentra directamente relacionado con la teoría del Lautenbacher *et al.* (2012) que indica que los adultos mayores experimental el dolor de manera diferente debido a que sienten estímulos dolorosos más altos pero que se prolongan en el tiempo fomentando la cronicidad de este dolor. El mentol reduciría directamente el umbral excitatorio doloroso, llevándolo a niveles menos perceptivos de este dolor, con lo cual también disminuiría el umbral excitatorio, generando una regulación de la experiencia dolorosa repercutiendo directamente en los aspectos temporales de la mantención de este dolor evitando su cronificación potenciado por su efecto a largo plazo (Lautenbacher, 2012).

Además, desde la teoría de Smeets *et al.* (2009) el mentol trabajaría directamente reduciendo de manera aguda la evitación o kinesiofobia, permitiendo romper el círculo vicioso dolor-miedo-evitación y permitiría dirigir la atención de la persona a confrontar la situación y obtener finalmente la recuperación (**Figura 31**), por medio de los beneficios directos que trae el entrenamiento de la fuerza muscular con resistencia variable de manera aguda y crónica.

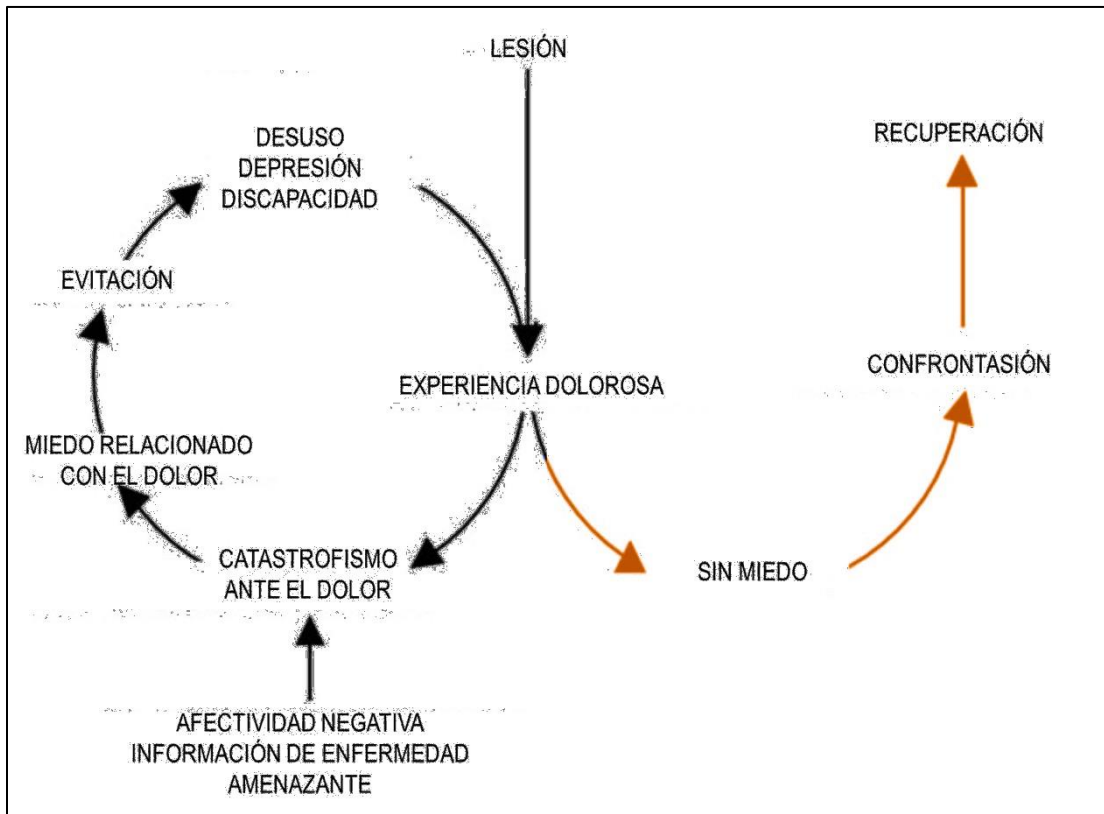


Figura 31. El modelo de evitación del miedo marcado en naranja la ruptura del círculo por medio de la superación del miedo (Smeets *et al.*, 2009).

Otra de las razones que fundamentan esta hipótesis se encuentra que las personas mayores afectadas por DLC se ven beneficiadas por los efectos analgésicos del mentol al presentar basalmente inestabilidad espinal (Kuo *et al.*, 2015). A su vez, este efecto analgésico les permitiría producir una mayor fuerza tetánica de la musculatura (Topp *et al.*, 2013) alcanzando mejor la intensidad prescrita durante las sesiones de entrenamiento. En consecuencia, este mayor y mejor estímulo podría potenciar las mejoras adquiridas por dicho entrenamiento de la fuerza debido a que se fortalecería la musculatura de la región lumbar como consecuencia del estímulo generado por la tracción del material elástico durante la realización de los diferentes ejercicios. Esta sollicitación muscular durante la práctica del ejercicio promovería la contracción de los músculos profundos del tronco, especialmente transversos abdominal y multifidos (Rissanen *et al.*, 1995), con lo cual el tratamiento se volvería más efectivo (MacDonald *et al.*, 2006).

Sin embargo, pese a los beneficios potenciales antes descritos, se debe tener en cuenta que el efecto analgésico del mentol podría enmascarar el dolor generado por las compensaciones adoptadas por el participante durante el entrenamiento, con lo cual antes de iniciar con la aplicación del gel se hace totalmente imprescindible el cumplimiento con la etapa de familiarización previa al respecto de la correcta técnica de cada ejercicio y de la adecuada intensidad de ejercitación.

Debido a las razones antes mencionadas, es que en este estudio el periodo de familiarización fue altamente controlado y el uso del gel se incorporó hasta la cuarta semana de entrenamiento durante la primera fase. Siendo este uno de los posibles motivos por lo que no se presentaron efectos adversos, o abandonos asociados a una incorrecta praxis en ninguno de los grupos de entrenamiento, incluido el grupo que utilizó el gel con placebo.

Esto es relevante debido a que en un estudio anterior de Weiner *et al.* (2008) en personas mayores con síndrome de DLC que empleó analgesia previa a la sesión de entrenamiento en una modalidad alternativa a la aplicada en nuestro estudio, que consistió en estimulación nerviosa eléctrica percutánea en los cinco y treinta minutos previos al programa de entrenamiento que incluyó ejercicios de flexibilidad y de resistencia aeróbica dos veces a la semana, durante seis semanas. Weiner *et al.* (2008) comprobó que dicho programa de entrenamiento no potenció los efectos analgésicos de la estimulación eléctrica percutánea ni tampoco mejoró la función física de los participantes, aunque sí que redujeron su dolor.

En base a lo anterior, se puede mencionar que hasta la fecha, solo dos estudios han reportado una reducción del dolor clínicamente significativo tras combinar el efecto de un gel de mentol a un tratamiento no farmacológico como es la aplicación de ajustes quiroprácticos (Zhang *et al.*, 2008) y electroterapia (Greenstein *et al.*, 2013). Sin embargo, estos estudios (Zhang *et al.*, 2008; Greenstein *et al.*, 2013) fueron realizados en población adulta y adulta joven, respectivamente, siendo ambas técnicas de uso fisioterapéutico, invasivas y terapeuta-dependientes.

Estos aspectos son claramente diferenciadores respecto a este estudio, debido a que con este protocolo de entrenamiento es posible intervenir con ejercicio a más de un paciente a la vez y, además, la aplicación del gel de mentol fue de fácil comprensión en población adulto mayor, lo que permite su eventual reproductibilidad en poblaciones con similares características.

Por lo tanto, la utilización de mentol previo a una sesión de entrenamiento permite utilizar un enfoque completamente activo desde los inicios de la intervención de una persona mayor con DLC y permite al terapeuta u entrenador aprovechar completamente la sesión enfocado en el entrenamiento de la fuerza muscular, que finalmente es el que generará las mejoras funcionales a corto y largo plazo, devolviendo la autonomía a las personas mayores con DLC. Esto optimiza las intervenciones tradicionales, en que una sesión, habitualmente de 60 minutos de duración es compartida entre la aplicación de analgesia previa (mínimo 30 minutos de aplicación) y luego la realización de ejercicio, con lo cual los efectos analgésicos y funcionales se obtienen desde la semana 12 de intervención bajo un enfoque de intervención basado en un 100% en el ejercicio físico de fuerza muscular a moderada-alta intensidad.

Además, la aplicación de mentol, no es terapeuta dependiente, como ocurre en otras terapias, y permite que las personas mayores lo apliquen perfectamente en una sesión de entrenamiento grupal, esto es importante debido a que los ejercicios grupales pueden proporcionar la misma eficacia que las sesiones de terapia uno a uno y, al mismo tiempo, ser potencialmente más rentables (O'Keeffe *et al.*, 2017).

6.3 Efectos de la intervención sobre la composición corporal

Como objetivo secundario de esta investigación se incorporó describir los efectos sobre parámetros de composición corporal, debido a que todas las personas que accedieron a participar en este estudio presentaron algún grado de sobrepeso u obesidad.

Tras contrastar los resultados con la evidencia científica fue posible comprender que una de las razones que explican las mejoras obtenidas es que el entrenamiento a moderada-alta intensidad revierte la sarcopenia del anciano, que se encuentra acentuada en presencia de DLC (Sakai *et al.*, 2017), lo cual se vio reflejado en el mantenimiento y/o aumento en el porcentaje de masa muscular directamente proporcional al tiempo de intervención, potenciado por el gel con mentol. Y por el contrario, la ausencia de ejercicio en el grupo control, generó cambios desadaptativos que causaron un empeoramiento en el rendimiento funcional y composición corporal, estando ambas condiciones relacionadas con el aumento del dolor en personas mayores (Scott *et al.*, 2012).

Si bien la literatura evidencia que las mejoras a largo plazo de la composición corporal en personas mayores son mejores al seleccionar un enfoque de intervención mixto de dieta y ejercicio (Bouchard *et al.*, 2009; Candow *et al.*, 2011); sigue existiendo la inquietud respecto a la importancia de mantener la masa magra tras la pérdida de peso corporal, debido a que la pérdida de masa magra como consecuencia de la restricción dietética puede ocasionar un nuevo deterioro funcional (Candow *et al.*, 2011).

Es por esta razón, que se compararon los resultados de este estudio con el trabajo de Avila *et al.* (2010), quienes estudiaron el efecto de una intervención dietética que redujo la ingesta calórica en un 10% y su efecto combinado con un plan de entrenamiento a moderada intensidad (8 a 12 repeticiones; 3 veces a la semana) en personas mayores con sobrepeso y obesidad. Tras la intervención, fue posible evidenciar que el grupo que fue intervenido en la dieta redujo el peso corporal en un 2%, la masa grasa en un 0.2 % y la masa muscular en un 0.27%.

Estas modificaciones reportadas por Avila *et al.* (2010) en la composición corporal son similares a las generadas en la fase 1 de este estudio, con la diferencia que el entrenamiento a moderada-alta intensidad no generó un impacto negativo en la masa magra, todo lo contrario, la aumentó en un 3.4%.

Cuando se comparan de esta investigación con los resultados del grupo de estudio de Avila *et al.* (2010) en que se combinaron intervenciones de dieta y ejercicio a moderada intensidad, se evidenció que los participantes generaron mayores reducciones del peso y grasa corporal (3.6% y 11,2% respectivamente) sin perjudicar sus parámetros de masa magra (+1,3%) y que estas mejoras eran similares a las alcanzadas en la fase 2 de este estudio (32 semanas) (-3.2% peso corporal y -12.5% de masa grasa). Sin embargo, la intervención generada en esta investigación provocó un mayor incremento a largo plazo en el porcentaje de masa muscular (+3.2%).

Por lo tanto, se pone de manifiesto que resulta fundamental la práctica de ejercicio físico a fin de proteger la masa magra en población adulto mayor con características de sobrepeso u obesidad, y si bien la pérdida de grasa no era el objetivo primario de este trabajo, fue posible evidenciar que la intensidad de entrenamiento seleccionada (moderada-alta) posiblemente pudo generar una disminución significativa en el contenido de lípidos del músculo y los depósitos de tejido adiposo (Avila *et al.*, 2010) que explican la reducción de la masa grasa de las participantes, sin repercutir negativamente en su masa muscular y capacidad funcional.

Por último, se debe recordar que la presencia de sobrepeso u obesidad genera inflamación de bajo grado (Shiri *et al.*, 2010), a la vez esta se suma al estado inflamatorio generado por el proceso biológico de envejecimiento (Franceschi & Campisi, 2014), ambas condiciones potencial los estados inflamatorios generado por la lesión de los tejidos asociados al dolor lumbar, con lo cual, la reducción del porcentaje de grasa y su distribución central, evidenciado en la reducción de los perímetros de cintura y cadera tienen un efecto antiinflamatorio que contribuiría a disminuir el dolor y su cronicidad en el tiempo, además de tener un efecto protector

para desarrollar o agravar enfermedades metabólicas asociadas al aumento del peso como hipertensión arterial, síndrome metabólico, diabetes mellitus, entre otras.

6.3.1 Adherencia como factor contribuyente en los programas de intervención de personas mayores.

Si bien, evaluar el grado de adherencia de estas intervenciones no era un objetivo de esta investigación, creemos que es un factor relevante a considerar en el éxito de esta investigación.

La alta adherencia ha sido reconocida previamente en la literatura como un factor que contribuye levemente a la mejora del nivel de discapacidad de las personas mayores con dolor lumbar. En esta línea, Hicks *et al.* (2012) estudiaron en adultos con DLC (>50 años) las variables que predijeron un mejor estado del dolor tras aplicar programa de entrenamiento durante 12 meses. Este estudio coincide en varios aspectos como son la frecuencia (2 veces a la semana), la duración (1 hora), la modalidad de intervención (grupala comunitaria) y el alto nivel de supervisión. Aunque dicho estudio (Hicks *et al.*, 2012) se diferencia del nuestro en la intensidad de trabajo (volumen: 20-30 repeticiones, sin resistencia externa), además de no incluir pruebas físicas funcionales para evaluar los cambios. Sin embargo, fueron capaces de determinar que la adhesión al programa de entrenamiento (>75% de asistencia) fue la principal variable que influyó en la reducción del dolor en esta población. Razón por la cual, en nuestra investigación la alta adherencia podría considerarse un factor que contribuyó positivamente a las mejoras alcanzadas, lo cual se suma y asegura el éxito de la intervención seguida.

Por todas las razones anteriormente analizadas, se puede enfatizar que el éxito de un programa de entrenamiento en personas mayores con síndrome de DLC parece estar asociado a un trabajo grupal altamente supervisado a largo plazo, que genere alta adherencia, que no reproduzca sintomatología dolorosa y alcance una intensidad de entrenamiento capaz de provocar cambios físicos y funcionales (Avila *et al.*, 2010; Fritz *et al.*, 2018; Gargallo *et al.*, 2018). En estos dos últimos puntos, es donde el uso complementario de un gel de mentol podría ser capaz de contribuir y

potenciar los efectos de un programa de intervención basado en el entrenamiento de la fuerza muscular con resistencia variable (Johar *et al.*, 2012; Page & Alexander, 2017; Topp *et al.*, 2013).

6.4 Limitaciones del presente estudio

Debe indicarse que el presente estudio no está exento de algunas limitaciones, como puede ser el que el tamaño muestral no es muy amplio (a pesar de que fue previamente determinando de manera científica), sin embargo el tiempo de intervención y la adherencia al plan de entrenamiento intentan compensar este número. Debido a que la literatura ha evidenciado previamente que las personas mayores con DLC presentaban bajos niveles de adherencia a intervenciones, principalmente porque no ven efectos en el corto plazo (Makris *et al.*, 2015), además de evitar las atenciones sanitarias (Hicks *et al.*, 2008; Knauer *et al.*, 2010; Makris *et al.*, 2015) y a estos factores se suma, que las mujeres mayores habitualmente no adhieren a intervenciones donde se entrene la fuerza muscular a corto y largo plazo (Nuzzo, 2020). Además esta investigación, pretende ser un aporte directo a la disminución en el ageísmo investigativo (Carvalho do Nascimento *et al.*, 2019), debido a que directamente interviene a personas mayores, a largo plazo, con una terapia no farmacológica, de bajo costo y es ejecutado en un país sudamericano. Pese a todos los factores en contra, la población se mantuvo asistiendo de manera constante, lo cual permitió que los efectos principales mostraran diferencias significativas y clínicas.

Otra limitación de este estudio es que se generó una pérdida del grupo control en la fase 2 y la asistencia de participantes fue sólo del género femenino, por lo que no es posible extrapolar estos resultados a varones mayores con síndrome de DLC.

Además, debe considerarse que esta investigación no consideró un grupo de intervención que no utilizara gel tópico durante la investigación, debido principalmente al número final de participantes que aceptaron participar y el temor al movimiento presente en esta población por la cuál no se debe descartar el efecto placebo que pudo generarse tan solo por la aplicación del gel sin mentol y no es posible asegurar que mujeres mayores que entrenaran sin este efecto puedan tener la misma magnitud de mejoras en los resultados, debido que se ha documentado

que las expectativas de los participantes es uno de los mecanismos centrales de este efecto (Miller *et al.*, 2005) , sin embargo, no era objetivo de esta investigación analizar este efecto, sino el efecto potenciador del mentol.

Por último, como el DLC en personas mayores es una condición compleja en que influyen variados factores biológicos, psicológicos, cognitivos y sociales, es recomendable que futuras investigaciones incorporen evaluaciones que caractericen de manera más detallada cada uno de estos factores, con el objetivo de comprender completamente los efectos de un programa de intervención de estas características sobre todas estas variables, este control no fue posible controlarlo en esta investigación por la población que finalmente accedió a participar y que cumplía los criterios de elegibilidad, sin embargo, creemos puede ser de gran importancia considerarlo para nuevas y futuras investigaciones.





Capítulo VII: CONCLUSIONES



7 CONCLUSIONES

A continuación se describirán los principales resultados de esta investigación en contraste a la hipótesis iniciales planteadas

- **Hipótesis No. 1:**

La aplicación de un programa de entrenamiento de la fuerza muscular a moderada-alta intensidad generará tanto a corto como a largo plazo una reducción significativa y clínicamente relevante en los parámetros de dolor informados por las mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico inespecífico, siendo estas mejoras mayores en el programa de intervención a largo plazo.

La hipótesis 1 de la presente investigación se confirma debido a desde la primeras 12 semanas de intervención (fase 1) las participantes redujeron de manera estadísticamente significativa y clínicamente importante el dolor reportado previo al inicio de la intervención, esto con independencia de la utilización del gel analgésico de mentol.

De manera relevante también fue posible evidenciar que tan solo 12 semanas de intervención lograron resolver el dolor (EVA=0) en el 80% de las participantes. Estas mejoras se mantuvieron en el entrenamiento a largo plazo en que se repitieron estos hallazgos estadísticos y clínicos relevantes teniendo un efecto acumulativo en el tiempo. Finalizado el estudio el 60% de las participantes que no entrenaron bajo los efectos del mentol (GEP) no reportaron dolor, mientras que el porcentaje restante, evaluó su dolor como mínimo (EVA = 1).

Razón por la cual se puede afirmar que el ejercicio a moderada-alta intensidad tienen un efecto analgésico a corto y largo plazo en mujeres mayores con sobrepeso/obesidad que presentan síndrome de DLC inespecífico.

- **Hipótesis No. 2:**

La aplicación de un programa de entrenamiento de la fuerza muscular a moderada-alta intensidad generará tanto a corto como a largo plazo una mejora significativa y clínicamente relevante en los parámetros que componen la capacidad funcional de las mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico inespecífico, siendo estas mejoras mayores en el programa de intervención a largo plazo.

La hipótesis 2 de la presente investigación se confirma de manera parcial, debido a que los efectos son dependientes del parámetro de capacidad funcional evaluados.

De manera general fue posible evidenciar que todos los parámetros de capacidad funcional evaluados presentaron algún grado de mejoría asociado al tiempo de intervención, sin embargo, los efectos estadísticamente significativos y clínicos fueron evaluación y tiempo dependientes.

La evaluación de incapacidad realizada con el IDO fue la evaluación con un mayor porcentaje de cambio desde la fase 1 de intervención y que tuvo un efecto acumulativo en el tiempo. Este cuestionario presentó una mejoría estadísticamente significativa y clínicamente importante desde la fase 1 del estudio para el 100% de los participantes y estos efectos se mantuvieron en la intervención a largo plazo. Destacando además, que tras 32 semanas de entrenamiento un 50% de la población que no entrenó bajo los efectos del mentol redujo su incapacidad a 0 y el otro 50% restante la calificó como “incapacidad mínima”.

Cuando se evaluó la prueba de TM6m que caracteriza la capacidad aeróbica y resistencia para caminar, fue posible evidenciar una mejoría estadísticamente significativa desde las 12 primeras semanas de intervención asociado a una mejoría clínicamente relevante, sin embargo, a largo plazo la evaluación tiene una tendencia a producir un efecto techo, en que si bien las mejoras son significativas, los aumentos no son clínicamente relevantes.

Respecto a las pruebas que caracterizaron el equilibrio estático y dinámico (TUG y estancia unipodal) ambas, presentaron porcentajes de mejorías alto de manera aguda las primeras 12 semanas de intervención en la fase 1, sin embargo solamente para TUG esta mejoría fue estadísticamente significativa y con un alto tamaño del efecto. Esta situación se invirtió para la intervención a largo plazo en que la mejora estadísticamente significativa se produjo en la prueba de estancia unipodal, sin embargo, para ambas pruebas el tamaño del efecto producido a largo plazo fue alto. Cuando se analizó si las mejoras producidas eran de interés clínico, lamentablemente las mejorías no superaron las DMCI publicadas en la literatura para población mayor, sin embargo, los valores obtenidos tras la intervención eran indicadores de una disminución en el riesgo de caídas.

Por último, respecto a las pruebas que caracterizaron la fuerza muscular de las personas mayores, se evidenció una mejora progresiva tiempo-dependiente, en que las medias aumentaron en la medida que aumentó el periodo de intervención. Generándose efectos estadísticamente significativos a corto plazo para todas las pruebas a excepción de la fuerza isométrica de cuádriceps, sin embargo, cuando se analizan los efectos a largo plazo, todas las medias de fuerza mejoraron de manera estadísticamente significativa con un tamaño del efecto de moderado a alto, a excepción de la prueba de resistencia de abdominales. Cuando se contrastaron estas mejoras con los datos publicados en la literatura, sólo se encontraron valores de DMCI para la prueba de levantarse de una silla y fuerza prensil, sin embargo, los cambios generados no fueron clínicamente importantes.

Por lo tanto, tras la intervención las personas mayores generaron mejoras estadísticamente significativas y clínicamente relevantes a corto y largo plazo para la variable de incapacidad funcional evaluadas con el IDO. Mientras que las pruebas que involucraron desplazamientos como son el TM6m y el TUG generaron una mejoría estadísticamente significativa aguda, probablemente por el efecto techo de ambas pruebas, que se mantuvieron a largo plazo. Por último, las mejoras en el equilibrio estático y fuerza muscular fueron creciendo de manera exponencial en la

medida que aumentaron los meses de intervención, provocando un efecto estadísticamente significativo a largo plazo.

- **Hipótesis No. 3:**

Un programa de intervención basado en el entrenamiento de la fuerza muscular en mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico inespecífico tendrá un impacto positivo y significativo en los parámetros de la composición corporal tras un periodo de intervención a largo plazo (32 semanas).

La hipótesis número 3 de esta investigación queda confirmada, debido a que fue posible evidenciar que en la medida que la intervención se mantuvo a largo plazo los parámetros fueron mejorando de manera estadísticamente significativa, destacando la reducción del porcentaje de grasa corporal total y los perímetros de cintura y cadera tras 32 semanas de intervención, además de lograr un aumento del porcentaje de masa muscular.

Si bien los porcentajes de mejoras no son altos y el tamaño del efecto es pequeño, es un hallazgo destacable de esta investigación, debido a que la población intervenida tenía sobrepeso u obesidad y el programa de intervención no estaba centrado en la reducción específica de estos parámetros de composición corporal, con lo cual estas mejoras son una consecuencia positiva generadas por el entrenamiento de la fuerza a moderada-alta intensidad a largo plazo.

- **Hipótesis No. 4:**


La aplicación del gel de mentol previo a la intervención basada en el entrenamiento de la fuerza muscular generará a corto y largo plazo mayores beneficios sobre la reducción de dolor, mejora en la capacidad funcional y composición corporal, que la sólo la aplicación aislada del entrenamiento físico en mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico.

Esta última hipótesis también fue confirmada y fue un hallazgo relevante de la presente investigación debido a que con independencia de la variable analizada las personas mayores que entrenaron a corto y a largo plazo bajo los efectos del gel analgésico de mentol obtuvieron mejores resultados, con un tamaño del efecto también superior, con lo cual fue posible confirmar su efecto potenciador de las mejoras propias obtenidas tras el programa del entrenamiento de la fuerza muscular.

Tras el análisis individual de los resultados para cada una de las variables analizadas, fue posible evidenciar que el 80% de la población de estudio eliminó el dolor a corto y a largo plazo, mientras que el 20% restante lo evaluó como mínimo (1 punto). En cuando al porcentaje de incapacidad evaluado con el IDO el 100% de las personas indicó no presentar incapacidad funcional tras 32 semanas de entrenamiento de la fuerza muscular. Mientras que el efecto potenciador se ve reflejado en los mayores porcentajes de mejora alcanzados en todas las pruebas que evaluaron la capacidad funcional, destacando en particular que para la prueba de levantarse de una silla, este porcentaje de mejoría permitió que sólo el GEM alcanzara los valores de DMCI en esta prueba a corto y largo plazo.

Respecto a los efectos en las variables de composición corporal, también fue posible evidenciar que permitió observar mejoras significativas desde las 12 primeras semanas de intervención para todas las variables a excepción de masa magra. Sin embargo, a largo plazo destacan que tras comparar las mejoras con el grupo placebo, la reducción en los niveles de masa grasa y aumentos de masa magra son altamente superiores.

Por lo tanto, la utilización de un gel de mentol previo a las sesiones de un programa de entrenamiento de la fuerza de moderada-alta intensidad actuó reduciendo el dolor y potenciando las mejoras funcionales alcanzadas producto de dicho entrenamiento, por lo que su utilización correctamente individualizada es recomendable como complemento a un programa de intervención que entrene la fuerza muscular en mujeres mayores con síndrome de dolor lumbar crónico



inespecífico. Todas estas mejoras son incluso mayores cuanto más duradero sea el programa de intervención.

7.1 CONCLUSIONS

The main results of this research will be described below and compared to the initial hypotheses laid out.

- **Hypothesis No. 1:**

The application of a moderate to high intensity muscle strength training programme will generate both short and long term significant and clinically relevant reductions in pain parameters reported by older women with non-specific chronic low back pain syndrome, these improvements being greater in the long term intervention programme.

This first hypothesis is validated due to the fact that from the first 12 weeks of intervention (phase 1) the participants reduced the pain reported prior to the start of the intervention in a statistically significant and clinically important way, regardless of the use of the menthol pain relieving gel.

In a relevant way, it was also possible to show that only 12 weeks of intervention managed to stop the pain (VAS = 0) in 80% of the participants. These improvements were maintained in long-term training in which these relevant statistical and clinical findings were confirmed, having a cumulative effect over time. At the end of the study, 60% of the participants who did not train under the effects of menthol (STP) did not report any sort of pain, while the remaining percentage evaluated their pain as minimal (VAS = 1).

This is the reason why it can be affirmed that moderate-high intensity exercise has a short and long-term analgesic effect in overweight or obese adult women with chronic back pain syndrome.

- **Hypothesis No.2:**

The application of a muscular strength training programme at moderate to high intensity will generate both in the short and long term a significant

and clinically relevant improvement in the parameters that make up the functional capacity of older women with non-specific chronic low-back pain syndrome, these major improvements being in the long-term intervention programme.

This hypothesis is partially confirmed since the effects are dependent on the parameter of functional capacity evaluated.

In general, it was possible to show that all the parameters of functional capacity evaluated presented some degree of improvement associated with the time of intervention, however, the statistically significant and clinical effects were evaluation and time dependent variables.

The disability assessment performed with the ODI was that with the highest percentage of change from phase 1 of the intervention, also showing a cumulative effect over time. This questionnaire showed a statistically significant and clinically important improvement from phase 1 of the study for 100% of the participants and these effects were maintained in the long-term intervention. It should also be noted that after 32 weeks of training, 50% of the population that did not train under the effects of menthol reduced their disability to 0 and the other 50% qualified it as "minimum disability".

When the 6-minute walking test that characterizes the aerobic capacity and resistance to walk was evaluated, it was possible to demonstrate a statistically significant improvement from the first 12 weeks of intervention associated with a clinically relevant improvement; however, in the long term the evaluation has a tendency to produce a ceiling effect, in which although the improvements are significant, the increases are not clinically relevant.

Regarding the tests characterizing the static and dynamic equilibrium (TUG and unipodal stance), both percentages show important improvement in the first 12 weeks of intervention in phase 1. However, this improvement was statistically significant and with a high effect only for TUG. This situation was reversed for the

long-term intervention in which the statistically significant improvement occurred in the unipodal stay test, however, for both tests the size of the long-term effect was high. Upon analysing whether the improvements produced were of clinical interest, our results unfortunately show that such improvements did not exceed the MCID published in the literature for the elderly citizens; however, the values obtained after the intervention were indicators of a decrease in the risk of falls.

Finally, with respect to the tests that characterized the muscular strength of the older people, a progressive time-dependent improvement was proven, in which the means increased as the intervention period did. The experiment generated statistically significant short-term effects for all tests except for isometric quadriceps strength. However, when long-term effects are analysed, all measures of strength improved statistically significantly with moderate to high effects, except for the abdominal endurance test. When these improvements were contrasted with the data published in the literature, only MCID values were found for the test consisting in getting up from a chair and grip strength, but the changes brought about were not clinically important.

Therefore, after the intervention, the older people generated statistically significant and clinically relevant improvements in the short and long term for the variable of functional disability evaluated with the ODI. By contrast, the tests that involved displacements such as 6-minute walking test and TUG triggered an important and statistically significant improvement, probably due to the ceiling effect of both tests, which were maintained in the long term. Finally, the improvements in static balance and muscular strength grew exponentially as the intervention length increased, causing a statistically significant effect in the long term.

- **Hypothesis No. 3:**

An intervention program based on muscle strength training in older women with non-specific chronic low back pain syndrome will have a positive and significant impact on body composition parameters after a long-term intervention period (32 weeks).

This third hypothesis is confirmed as it was possible to show that as the intervention was maintained in the long term, the parameters were improving in a statistically significant way, highlighting the reduction in the percentage of total body fat and the perimeters of waist and hips after 32 weeks of intervention, in addition to achieving an increase in the percentage of muscle mass.

Although the percentages of improvements are not high and the effect size is small, it is a remarkable finding because the intervened population was overweight or obese and the intervention program was not focused on the specific reduction of these parameters of body composition. These improvements are thus a positive consequence generated by long-term moderate-high intensity strength training.

- **Hypothesis No. 4:**

The application of menthol gel prior to the intervention based on muscle strength training will generate, in the short and long term, greater benefits on pain reduction, improvement in functional capacity and body composition than just the isolated application of physical training in older women with chronic low back pain syndrome.

This last hypothesis was also confirmed and was a relevant finding of the present research because regardless of the variable analysed, older people who trained in the short and long term under the effects of the menthol analgesic gel obtained better results, with an effect size that was also higher, so that it was possible to confirm its own improvements obtained after the muscle strength training programme.

After the individual analysis of the results for each of the variables analysed, it was possible to show that 80% of the study population eliminated pain in the short and long term, while the remaining 20% evaluated it as a minimum (1 point). As for the percentage of disability evaluated with the ODI, 100% of the people indicated not having functional disability after 32 weeks of muscle strength training. The enhancing effect is reflected in the greater percentages of improvement achieved

in all the tests that evaluated functional capacity, proving that this percentage of improvement is only made possible by the STM in order to reach the values of DMCI in this short-term and long-term test, in particular for the test of getting up from a chair.

Regarding the effects on the body composition variables, it was also possible to show significant improvements from the first 12 weeks of intervention for all variables except for lean mass. However, in the long term they emphasize that after comparing the improvements with the placebo group, the reduction in fat mass levels and increases in lean mass are highly superior.

The use of a menthol gel prior to the sessions of a moderate-high intensity strength training program reduced pain and enhanced the functional improvements achieved as a result of such training, so its correctly individualized use is recommended as a complement to an intervention program to train muscle strength in older women with nonspecific CLP. All these improvements are even greater the longer the intervention program lasts.





Capítulo VIII: APLICACIONES PRÁCTICAS



8 APLICACIONES PRÁCTICAS

Los hallazgos de esta investigación ofrecen a los profesionales las siguientes aplicaciones prácticas:

1. El entrenamiento de la fuerza a moderada-alta intensidad por sí mismo, tiene un efecto analgésico a corto plazo (12 semanas) sobre el síndrome de dolor lumbar crónico y mejora algunos parámetros de la capacidad funcional de las mujeres mayores con sobrepeso y obesidad.
2. Los efectos positivos antes nombrados, son potenciados por la aplicación previa al entrenamiento de un gel tópico de mentol en la zona lumbar y cuanto mayor tiempo de intervención se establezca con el programa de ejercicio físico. Se ha evidenciado que 12 semanas reducen clínicamente y significativamente el dolor mientras que 32 semanas de entrenamiento son necesarias para reducir al mínimo el porcentaje de incapacidad funcional en mujeres mayores con DLC sobrepeso u obesidad.
3. Debido a que asociado al DLC las personas mayores pueden generar kinesiofobia, se recomienda la utilización del gel de mentol previo a la práctica del entrenamiento de la fuerza muscular y entrenar bajos sus efectos. Esto permitirá a la persona mayor realizar los ejercicios prescritos por el entrenador con mayor seguridad y beneficiarse de los efectos del ejercicio a moderada-alta intensidad. Sin embargo, como el efecto analgésico del mentol puede enmascarar el dolor intrasesión, provocado por algún tipo de compensación, es fundamental la corrección de la técnica de entrenamiento en todo momento.
4. La utilización del gel de mentol y sus efectos analgésicos, son superiores a los reportados por otras terapias alternativas que frecuentemente se utilizan previo a una sesión de ejercicio físico, por lo cual, se recomienda su utilización debido a que permite que el profesional utilice un abordaje 100%

activo en la sesión y en consecuencia, se beneficiará de sus efectos desde las 12 primeras semanas de intervención. Además, se debe considerar que la utilización del gel no necesita entrenamiento previo y puede ser auto-administrado por el mismo paciente o participante. Lo cuál reduce los costes asociados a la utilización de fisioterapia previo a la sesión de entrenamiento y la necesidad de contar con un terapeuta entrenado en estas técnicas, así como también permite la realización de entrenamiento grupal que optimiza los tiempos de intervención.

5. Por último, el entrenamiento a moderada-alta intensidad ha demostrado tener efectos analgésicos y positivos en todas las variables relacionadas con la capacidad funcional analizadas en la presente investigación, razón por la cual este protocolo de intervención puede ser utilizado de manera preventiva en aquellas personas mayores que aún no presentan síntomas de DLC, con la finalidad de alejarlas de este síndrome.



Capítulo IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aagaard, P., Suetta, C., Caserotti, P., Magnusson, S., & Kjaer, M. (2010). Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(1), 49-64.
- Abdulla, A., Adams, N., Bone, M., Elliott, A. M., Gaffin, J., Jones, D., . . . (2013), B. G. (2013). Guidance on the management of pain in older people. *Age and ageing*, 42(Suppl 1), i1–i57. doi:10.1093/ageing/afs200
- Abenhaim, L., Rossignol, M., Valat, J., Nordin, M., Avouac, B., Blotman, F., . . . Vautravvers, P. (2000). The role of activity in the therapeutic management of back pain. Report of the International Paris Task Force on Back Pain. *Spine*, 25(4 Suppl), 1S–33S. doi:10.1097/00007632-200002151-00001
- Aboodarda, S. J., Hamid, M. S., Che Muhamed, A. M., Ibrahim, F., & Thompson, M. (2013). . Resultant muscle torque and electromyographic activity during high intensity elastic resistance and free weight exercises. *European Journal of Sport Science*, 13(2), 155-163. doi:10.1080/17461391.2011.586438
- Aboodarda, S. J., Page, P. A., & Behm, D. G. (2016). Muscle activation comparisons between elastic and isoinertial resistance: A meta-analysis. *Clinical Biomechanics*, 39, 52-61. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.09.008
- Abraham, I., & Killackey-Jones, B. (2002). Lack of evidence-based research for idiopathic low back pain: the importance of a specific diagnosis. *Archives of internal medicine*, 162(13), 1442-1444. doi:10.1001 / archinte.162.13.1442
- Aguilar, D. M., Badilla, P. V., Valenzuela, T. H., Muñoz, E. E., Branco, B. H., Rebolledo, G. M., & Fuenzalida, A. E. (2020). ¿Bandas elásticas o equipos de gimnasio para el entrenamiento de adultos mayores? *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 37, 370-378.

- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Leon, A. S., Jacobs, D. R., Montoye, H. J., Sallis, J. F., & Paffenbarger, R. S. (1993). Compendium of Physical Activities: classification of energy cost of human physical activities. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 25, 71-80.
- Airaksinen, O., Brox, J. I., Cedraschi, C., Hildebrandt, J., Klüber-Moffett, J. K., Reis, S., . . . Zanoli, G. (2006). Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European pain*, 15(Suppl. 2), S192 – 300. doi:10.1007/s00586-006-1072-1
- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(3 Suppl 1), S86–S92. doi:10.1053/j.apmr.2003.12.005
- Alfonso-Rosa, R. M., del Pozo-Cruz, B., del Pozo-Cruz, J., Sañudo, B., & Rogers, M. E. (2014). Test–Retest Reliability and Minimal Detectable Change Scores for Fitness Assessment in Older Adults with Type 2 Diabetes. *Rehabilitation Nursing*, 39(5), 260-268. doi:10.1002/rnj.111
- Amaral, L., Souza, M., Campos, M., Mendonça, V., & Bastone, A. (2020). Efficacy of conservative therapy in older people with nonspecific low back pain: a systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 90, 104177. doi:10.1016/j.archger.2020.104177
- American College of Sports Medicine. (2017). *Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (10 ed.). Philadelphia, USA: Lippincott Williams and Wilkins.
- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670

- Amit, K., Manish, G., & Taruna, K. (2013). Effect of trunk muscles stabilization exercises and general exercises on pain in recurrent non specific low back ache. *Int. Res. J. Med. Sci.* 2013;1:23–26. *Journal of physical therapy science*, 26(8), 23–26. doi:10.1589/jpts.26.1237
- Anandacoomarasamy, A., Caterson, I., Sambrook, P., Fransen, M., & March, M. (2008). The impact of obesity on the musculoskeletal system. *International Journal of Obesity*, 32, 211-222. doi:10.1038/sj.ijo.0803715
- Andersen, L. L., Magnusson, S. P., Nielsen, M., Haleem, J., Poulsen, K., & Aagaard, P. (2006). Neuromuscular activation in conventional therapeutic exercises and heavy resistance exercises: implications for rehabilitation. *Physical therap*, 86(5), 683-697. doi:10.1093/ptj/86.5.683
- Andersen, R. E., Crespo, C. J., Bartlett, S. J., Bathon, J. M., & Fontaine, K. R. (2003). Relationship between body weight gain and significant knee, hip, and back pain in older Americans. *Obesity research*, 11(10), 1159-1162. doi:10.1038/sj.ijo.0802478
- Avila, J. J., Gutierrez, J. A., Sheehy, M. E., Lofgren, I., & Delmonico, M. J. (2010). Effect of moderate intensity resistance training during weight loss on body composition and physical performance in overweight older adults. *European journal of applied physiology*, 109(3), 517-525.
- Baker, D., Wilson, G., & Carlyon, R. (1994). Periodization: The effect on strength of manipulating volume and intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(4), 235-242.
- Bankoski, A., Harris, T. B., McClain, J. J., Brychta, R. J., Caserotti, P., Chen, K. Y., . . . Koster, A. (2012). Bankoski, A., Harris, T. B., McClain, J. J., Brychta, R. J., Caserotti, P., Sedentary activity associated with metabolic syndrome independent of physical activity. *Diabetes Care*, 34(2), 497-503. doi:10.2337/dc10-0987

- Bautmans, I., Lambert, M., & Mets, T. (2004). The six-minute walk test in community dwelling elderly: influence of health status. *BMC Geriatrics*, 4, 6.
- Beudart, C., Rolland, Y., Cruz-Jentoft, A., Bauer, J., Sieber, C., Cooper, C., . . . Cherubini, A. (2019). Assessment of muscle function and physical performance in daily clinical practice. *Calcified tissue international*, 105(1), 1-14. doi:10.1007/s00223-019-00545-w
- Biering-Sørensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine (Phila Pa 1976)*, 9(2), 106-119. doi:10.1097/00007632-198403000-00002
- Blankevoort, C., van Heuvelen, M., & Scherder, E. (2013). Reliability of six physical performance tests in older people with dementia. *Physical Therapy*, 93(1), 69-78. doi:10.2522 / ptj.20110164.
- Bohannon, R., & Crouch, R. (2017). Minimal clinically important difference for change in 6-minute walk test distance of adults with pathology: a systematic review. *Journal of evaluation in clinical practice* , 23(2), 377-381.
- Borde, R., Hortobágyi, T., & Granacher, U. (2015). Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. 45(12), 1693–1720. doi:10.1007/s40279-015-0385-9
- Borghuis, J., Hof, A. L., & Lemmink, K. A. (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(11), 893–916. doi:10.2165/00007256-20083811
- Boscheinen-Morrin, J., & Conolly, W. (2001). *The hand: fundamentals of therapy* (3 ed.). Elsevier Health Sciences.
- Bouchard, D., Soucy, L., Sénéchal, M., Dionne, I. J., & Brochu, M. (2009). Impact of resistance training with or without caloric restriction on physical capacity in obese older women. *Menopause*, 16(1), 66-72.

- Bressler, H., Keyes, W., Rochon, P., & Badley, E. (1999). The prevalence of low back pain in the elderly: a systematic review of the literature. *Spine, 24*(17), 1813-1819.
- Buchbinder, R., Blyth, F., March, L., Brooks, P., & Woolf, A. (2013). Placing the global burden of low back pain in context. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology, 27*(5), 575-589.
- Burton, E., Farrier, K., Lewin, G., Pettigrew, S., Hill, A. M., Airey, P., . . . Hill, K. D. (2017). Motivators and barriers for older people participating in resistance training: A systematic review. *Journal of aging and physical activity, 25*(2), 311-324. doi:10.1123/japa.2015-0289
- Candow, D., Chilibeck, P., Abeysekara, S., & Zello, G. (2011). Short-term heavy resistance training eliminates age-related deficits in muscle mass and strength in healthy older males. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 25*(2), 326-333.
- Carrasco-Poyatos, M., & Reche-Orenes, D. (2018). Efectos de un programa de acondicionamiento físico integrado en el estado funcional de mujeres mayores. *Cultura, ciencia y deporte: revista de ciencias de la actividad física y del deporte de la Universidad Católica de San Antonio,, 13*(37), 31-38.
- Carvalho do Nascimento, P., 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. doi:10.1111/jgs.15684
- Cavani, V., Mier, C., Musto, A. A., & Tummers, N. (2002). Effects of a 6-week resistance-training program on functional fitness of older adults. *Journal of aging and physical activity, 10*(4), 443-452.

- Cedraschi, C., Luthy, C., Allaz, A., Herrmann, F., & Ludwig, C. (2016). Low back pain and health-related quality of life in community-dwelling older adults. *European Spine Journal*, 25(9), 2822-2832.
- Chen, L. W., Bih, L. I., Ho, C. C., Huang, M. H., Chen, C. T., & Wei, T. S. (2003). Endurance times for trunk-stabilization exercises in healthy women: comparing 3 kinds of trunk-flexor exercises. *Journal of Sport Rehabilitation*, 12(3), 199-207. doi:10.1123/jsr.12.3.199
- Chen, S., Liu, M., Cook, J., Bass, S., & Lo, S. (2009). Sedentary lifestyle as a risk factor for low back pain: a systematic review. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82(7), 797-806.
- Cho, H. Y., Kim, E. H., & Kim, J. (2014). Effects of the CORE exercise program on pain and active range of motion in patients with chronic low back pain. *Journal of physical therapy science*, 26(8), 1237-1240. doi:10.1589/jpts.26.1237
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & science in sports & exercise*, 41(7), 1510-1530. doi:10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c
- Cholewicki, J., & McGill, S. (1996). Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 11(1), 1-15. doi:10.1016/0268-0033(95)00035-6
- Chou, R. (2010). Low back pain (chronic). *Clinical Evidence*, 1116.
- Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross, T., & Shekelle, P. O. (2007). Diagnosis and Treatment of Low Back Pain: A Joint Clinical Practice Guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *American Pain Society. Annals of internal medicine*, 147(7), 478-491. doi:10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00006

- Chou, R., Turner, J. A., Devine, E. B., Hansen, R. N., Sullivan, S. D., Blazina, I., . . . Deyo, R. A. (2015). The effectiveness and risks of long-term opioid therapy for chronic pain: a systematic review for a National Institutes of Health Pathways to Prevention Workshop. *Annals of internal medicine*, 162(4), 276-286. doi:10.7326/M14-2559
- Ciciliot, S., Rossi, A., Dyar, K., Blaauw, B., & Schiaffino, S. (2013). Muscle type and fiber type specificity in muscle wasting. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 45(10), 2191-2199. doi:10.1016/j.biocel.2013.05.016
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale: Lawrence Earlbaum Associates.
- Colado, J. C., Furtado, G. E., Teixeira, A. M., Flandez, J., & Naclerio, F. (2020). Concurrent and construct validation of a new scale for rating perceived exertion during elastic resistance training in the elderly. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(1), 175-186.
- Colado, J. C., Garcia-Masso, X., Triplett, T. N., Flandez, J., Borreani, S., & Tella, V. (2012). Concurrent validation of the OMNI-resistance exercise scale of perceived exertion with Thera-band resistance bands. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(11), 3018-3024. doi:10.1519/JSC.0b013e318245c0c9
- Colado, J. C., Mena, R., Calatayud, J., Gargallo, P., Flández, J., & Page, P. (2020). Effects of strength training with variable elastic resistance across the lifespan: a systematic review. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(44), 147-164. doi:10.12800/ccd.v15i44.1458
- Colado, J., Garcia-Masso, X., Pellicer, M., Alakhdar, Y., Benavent, J., & Cabeza-Ruiz, R. (2010). A comparison of elastic tubing and isotonic resistance exercises. *International journal of sports medicine*, 31(11), 810-817.

- Colado, J., Pedrosa, F., Juegas, A., Gargallo, P., Carrasco, J., Flandez, J., . . . 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.
- Colberg, S., Sigal, R. F., Regensteiner, J. G., Blissmer, B., Rubin, R., Chasan-Taber, L., . . . Diabetes, A. (2010). Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care, 33*(12), e147-167. doi:10.2337/dc10-9990.
- Copay, A. G., Subach, B. R., Glassman, S. D., Polly, D. W., & Schuler, T. C. (2007). Understanding the minimum clinically important difference: a review of concepts and methods. *The Spine Journal, 7*(5), 541-546. doi:10.1016/j.spinee.2007.01.008
- Coyle, P., Velasco, T., Sions, J., & Hicks, G. (2017). Lumbar mobility and performance-based function: an investigation in older adults with and without chronic low back pain. *Pain Medicina, 18*(1), 161-168.
- Cresswell, A. G., & Thorstensson, A. (1994). Changes in intra-abdominal pressure, trunk muscle activation and force during isokinetic lifting and lowering. *European journal of applied physiology and occupational physiology, 68*(4), 315–321. doi:10.1007/BF00571450
- Crossman, K., Mahon, M., Watson, P. J., Oldham, J. A., & Cooper, R. G. (2004). Chronic low back pain-associated paraspinal muscle dysfunction is not the result of a constitutionally determined “adverse” fiber-type composition. *Spine, 29*(6), 628-634. doi:10.1097/01.BRS.0000115133.97216.EC
- Cruz-Díaz, D., Martínez-Amat, A., Manuel, J., Casuso, R. A., de Guevara, N. M., & Hita-Contreras, F. (2015). Effects of a six-week Pilates intervention on balance and fear of falling in women aged over 65 with chronic low-back pain:

- A randomized controlled trial. *Maturitas*, 82(4), 371-376.
doi:10.1016/j.maturitas.2015.07.022
- Cruz-Jentoft, A., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., . . . Working, W. G. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31.
doi:10.1093/ageing/afz046
- Dahlqvist, J. R., Vissing, C. R., Hedermann, G., Thomsen, C., & Vissing, J. (2017). Fat Replacement of Paraspinal Muscles with Aging in Healthy Adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(3), 595-601.
doi:10.1249/MSS.0000000000001119
- Danneels, L., Vanderstraeten, G., Cambier, D., Witvrouw, E., De Cuyper, H., & Danneels, L. (2000). CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *European Spine Journal*, 9(4), 266-272.
doi:10.1007/s005860000190.
- de Luca, K. E., Fang, S. H., Ong, J., Shin, K. S., Woods, S., & Tuchin, P. J. (2017). The effectiveness and safety of manual therapy on pain and disability in older persons with chronic low Back pain: a systematic review. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 40(7), 527-534.
doi:10.1016/j.jmpt.2017.06.008
- de Oliveira, P. A., Blasczyk, J. C., Souza Junior, G., Lagoa, K. F., Soares, M., de Oliveira, R. J., . . . Martins, W. R. (2017). Effects of Elastic Resistance Exercise on Muscle Strength and Functional Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of physical activity & health*, 14(4), 317–327. doi:10.1123/jpah.2016-0415
- de Souza, I., Sakaguchi, T., Yuan, S., Matsutani, L. A., do Espírito-Santo, A., Pereira, C., & Marques, A. (2019). Prevalence of low back pain in the elderly population: a systematic review. *Clinics (Sao Paulo)*, 74, e789.
doi:10.6061/clinics/2019/e789

- Dehail, P., Bestaven, E., Muller, F., Mallet, A., Robert, B., Bourdel-Marchasson, I., & Petit, J. (2007). Dehail, P., Bestaven, E., Muller, F., Mallet, A., Robert, B., Bourdel-MarcKinematic and electromyographic analysis of rising from a chair during a “Sit-to-Walk” task in elderly subjects: role of strength. *Clinical Biomechanics*, 22(10), 1096-1103. doi:10.1016/j.clinbiomech.2007.07.015
- Delmonico, M. J., Harris, T. B., Visser, M., Park, S. W., Conroy, M. B., Velasquez-Mieyer, P., . . . Health, A. a. (2009). Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *The American journal of clinical nutrition*, 90(6), 1579–1585. doi:10.3945/ajcn.2009.28047
- Descarreaux, M., Blouin, J. S., & Teasdale, N. (2005). Repositioning accuracy and movement parameters in low back pain subjects and healthy control subjects. *European Spine Journal*, 14(2), 185-191. doi:10.1007/s00586-004-0833-y
- deSiqueira Rodrigues, B. G., Cader, S. A., Torres, N. V., de Oliveira, E. M., & Dantas, E. H. (2010). Pilates method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females. *Journal of bodywork and movement therapies*, 14(2), 195-202. doi:10.1016/j.jbmt.2009.12.005
- do Nascimento, P. R., Costa, L. O., Araujo, A. C., Poitras, S., & Bilodeau, M. (2019). Effectiveness of interventions for non-specific low back pain in older adults. A systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy*, 105(2), 47-162. doi:10.1016/j.physio.2018.11.004
- Domenichiello, A., & Ramsden, C. (2019). The silent epidemic of chronic pain in older adults. *Progress in Neuropsychopharmacology & Biological Psychiatry*, 93, 284-290. doi:10.1016/j.pnpbp.2019.04.006
- Dougherty, P. E., Karuza, J., Dunn, A. S., Savino, D., & Katz, P. (2014). Spinal manipulative therapy for chronic lower back pain in older veterans: a prospective, randomized, placebo-controlled trial. *Geriatric orthopaedic surgery & rehabilitation*, 5(4), 154-164. doi:10.1177/2151458514544956

- Dowell, D., Haegerich, T., & Chou, R. (2016). CDC Guideline for Prescribing Opioids for Chronic Pain — United States, 2016. *Recommendations and Reports*, 65(RR-1), 1–49. doi:10.15585/mmwr.rr6501e1
- Duque, I., Parra, J. H., & Duvallet, A. (2009). Physical deconditioning in chronic low back pain. *Journal of rehabilitation medicine*, 41(4), 262-266. doi:10.2340/16501977-0324
- Edmond, S., & Felson, D. (2000). Prevalence of back symptoms in elders. *The Journal of Rheumatology*, 27(1), 220-225.
- Edmond, S., & Felson, D. (2003). Function and Back Symptoms in Older Adults. *Journal of the american geriatrics society*, 51(12), 1702-1709.
- Elosua, R., Bartali, B., Ordovas, J. M., Corsi, A. M., Lauretani, F., & Ferrucci, L. (2005). Association between physical activity, physical performance, and inflammatory biomarkers in an elderly population: the InCHIANTI study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(6), 760-767. doi:10.1093/gerona/60.6.760
- Enright, P. L., McBurnie, M. A., Bittner, V., Tracy, R. P., McNamara, R., Arnold, A., & Newman, A. B. (2003). The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*, 123(2), 387-398. doi:10.1378/chest.123.2.387
- Evans, W. J., & Lexell, J. (1995). Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50(Special_Issue), 11-16. doi:10.1093/gerona/50A.Special_Issue.11
- Fairbank, J., & Pynsent, P. B. (2000). The Oswestry disability index. *Spine*, 25(22), 2940-2953.
- Fatouros, I. G., Kambas, A., Katrabasas, I., Nikolaidis, K., Chatzinikolaou, A., Leontsini, D., & Taxildaris, K. (2005). Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are

- intensity dependent. *British journal of sports medicine*, 39(10), 776-780.
doi:10.1136/bjism.2005.019117
- Ferguson, S. A., Marras, W. S., Burr, D. L., Davis, K. G., & Gupta, P. (2004). Differences in motor recruitment and resulting kinematics between low back pain patients and asymptomatic participants during lifting exertions. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 19(10), 992-999.
doi:10.1016/j.clinbiomech.2004.08.007
- Ferreira, M., & de Luca, K. (2017). Spinal pain and its impact on older people. *Best Practice & Research Clinical*, 31(2), 192-202.
doi:10.1016/j.berh.2017.08.006
- Fillingim, R. (2017). Individual Differences in Pain: Understanding the Mosaic that Makes Pain Personal. *Pain*, 158(1), S11-S18.
doi:10.1097/j.pain.0000000000000775
- Fiser, W. M., Hays, N. P., Rogers, S. C., Kajkenova, O., Williams, A. E., Evans, C. M., & Evans, W. J. (2010). Energetics of walking in elderly people: factors related to gait speed. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 65(12), 1332-1337. doi:10.1093/gerona/glq137
- Foster, N., Anema, J., Cherkin, D., Chou, R. C., Gross, D., Ferreira, P., . . . Group, L. L. (2018). Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions. *The Lancet*, 391(10137), 2368-2383.
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(8), 2019-2052.
doi:10.1519/JSC.00000000000003230.
- França, F. R., Burke, T. N., Caffaro, R. R., Ramos, L. A., & Marques, A. P. (2012). Effects of muscular stretching and segmental stabilization on functional

- disability and pain in patients with chronic low back pain: a randomized, controlled trial. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 35(4), 279-285. doi:10.1016/j.jmpt.2012.04.012
- França, F. R., Burke, T. N., Hanada, E. S., & Marques, A. P. (2010). Segmental stabilisation and muscular strengthening in chronic low back pain—A comparative study. *Clinics*, 26(8), 1013-1017. doi:10.1590/S1807-59322010001000015
- Franceschi, C., & Campisi, J. (2014). Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 69(Suppl_1), S4-S9. doi:10.1093/gerona/glu057
- French, S., Cameron, M., Walker, B., Reggars, J., & Esterman, A. (2006). A Cochrane review of superficial heat or cold for low back pain. *Spine*, 31(9), 998–1006. doi:10.1097/01.brs.0000214881.10814.64
- Fritz, N. (2014). *Efecto del entrenamiento de fuerza con bandas elásticas a diferentes niveles de intensidad sobre la composición corporal, función motora y bienestar en adultos mayores (trabajo final de máster)*. Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Fritz, N., Juegas, Á., Gargallo, P., Calatayud, J., Fernández-Garrido, J., Rogers, M., & Colado, J. (2018). Positive Effects of a Short-Term Intense Elastic Resistance Training Program on Body Composition and Physical Functioning in Overweight Older Women. *Biological research for nursing*, 20(3), 321-334.
- Furlan, A., Brosseau, L., Imamura, M., & Irvin, E. (2002). Massage for low-back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine*, 27(17), 1896–1910. doi:10.1097/00007632-200209010-00017

- Furlan, A., Giraldo, M., Baskwill, A., Irvin, E., & Imamura, M. (2015). Massage for low-back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9, CD001929. doi:10.1002/14651858.CD001929.pub3
- Garber, C. E., Blissmer, B. D., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(7), 1334-1359. doi:10.1249/MSS.0b013e318213fe6b
- Gargallo, P., Colado, J., Jueas, A., Hernando-Espinilla, A., Estañ-Capell, N., Monzó-Beltran, L., . . . Sáez, G. (2018). The Effect of Moderate-Versus High-Intensity Resistance Training on Systemic Redox State and DNA Damage in Healthy Older Women. *Biological research for nursing*, 20(2), :205-217.
- Gearhart, R. F., Lagally, K. M., Andrews, R. D., & Robertson, R. J. (2009). Strength tracking using the OMNI resistance exercise scale in older men and women. *Journal of strength and conditioning research*, 23(3), 1011–1015. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a2ec41
- Gibson, S., & Farrell, M. (2004). A review of age differences in the neurophysiology of nociception and the perceptual experience of pain. *The clinical journal of pain*, 20(4), 227-239.
- Gillespie, L., Robertson, M., Gillespie, W., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L., & Lamb, S. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*(9), CD007146. doi:10.1002/14651858.CD007146.pub3
- Goldberg, A., Casby, A., & Wasielewski, M. (2011). Minimum detectable change for single-leg-stance-time in older. *Gait Posture*, 33(4), 737–739. doi:10.1016/j.gaitpost.2011.02.020 P

- Gordon, R., & Bloxham, S. (2016). A Systematic Review of the Effects of Exercise and Physical Activity on Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Healthcare (Basel)*, 4(2), 22. doi:10.3390/healthcare4020022
- Grant, D. J., Bishop-Miller, J., Winchester, D. M., Anderson, M., & Faulkner, S. (1999). A randomized comparative trial of acupuncture versus transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic back pain in the elderly. *Pain*, 82(1), 9-13. doi:10.1016/S0304-3959(99)00027-5
- Greenstein, J., Barton, N., Bishop, P., & Robert, V. (2013). Evaluation of transcutaneous electrical nerve stimulation vs. Biofreeze in the treatment of back pain. *Journal of Chiropractic Medicine*, 27(1), 90-91.
- Group, Diabetes Prevention Program Research; Crandall, J.; Schade, D.; Ma, y.; Fujimoto, W.Y.; Barrett-Connor, E.; Fowler, S.; Dagogo-Jack, S.; Andres, R. (2006). The influence of age on the effects of lifestyle modification and metformin in prevention of diabetes. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(10), 1075-1081. doi:10.1093/gerona/61.10.1075
- Gylling, A. T., Bloch-Ibenfeldt, M., Eriksen, C. S., Ziegler, A. K., Wimmelmann, C. L., Baekgaard, M., . . . Kjaer, M. (2020). Maintenance of muscle strength following a one-year resistance training program in older adults. *Experimental Gerontology*, 139, 11049.
- Haas, M., Group, E., Muench, J., Kraemer, D. B.-S., Sharma, R., Ganger, B., . . . Fairweather, A. (2005). Chronic Disease Self-Management Program for Low Back Pain in the Elderly. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 28(4), 228-237. doi:10.1016/j.jmpt.2005.03.010
- Hägg, O., Fritzell, P., & Nordwall, A. (2003). The clinical importance of changes in outcome scores after treatment for chronic low back pain. *European Spine Journal*, 12(1), 12-20. doi:10.1007 / s00586-002-0464-0

- Häkkinen, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 29(1), 9-26.
- Haldeman, S., & Dagenais, S. (2008). What have we learned about the evidence-informed management of chronic low back pain? *The Spine Journal*, 8(1), 266-277.
- Hamacher, D., Hamacher, D., & Schega, L. (2014). A cognitive dual task affects gait variability in patients suffering from chronic low back pain. *Experimental Brain Research*, 232(11), 3509-3513. doi:10.1007/s00221-014-4039-1
- Hardy, S., Kang, Y., Studenski, S., & Degenholtz, H. (2011). Ability to walk 1/4 mile predicts subsequent disability, mortality, and health care costs. *Journal of general internal medicine*, 26(2), 130-135. doi:10.1007/s11606-010-1543-2
- Harris, C., DeBeliso, M., Spitzer-Gibson, T., & Adams, K. (2004). The effect of resistance-training intensity on strength-gain response in the older adult. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 833-838. doi:10.1519/14758.1.
- Hayden, J., van Tulder, M., & Tomlinson, G. (2005). Systematic review: strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Annals of internal medicine*, 142(9), 776-785.
- Helewa, A., Goldsmith, C., Smythe, H., & Gibson, E. (1990). Helewa, A., Goldsmith, C. An evaluation of four different measures of abdominal muscle strength: patient, order and instrument variation. *The Journal of Rheumatology*, 17(7), 965-969.
- Henchoz, Y., & Kai-Lik, S. A. (2008). Exercise and nonspecific low back pain: a literature review. *Joint Bone Spine*, 75(5), 533-539.
- Herman, P. M., Broten, N., Lavelle, T. A., Sorbero, M. E., & Coulter, I. D. (2019). Health Care Costs and Opioid Use Associated With High-impact Chronic

Spinal Pain in the United States. *Spine*, 44(16), 1154-1161. doi:10.1097 / BRS.00000000000003033

Hernandez, M., Goldberg, A., & Alexander, N. (2010). Decreased muscle strength relates to self-reported stooping, crouching, or kneeling difficulty in older adults. *Physical therapy*, 90(1), 67-74. doi:10.2522/ptj.20090035

Hicks, G., Benvenuti, F., Fiaschi, V., Lombardi, B., Segenni, L., Stuart, M., . . . Macchi, C. (2012). Adherence to a community-based exercise program is a strong predictor of improved back pain status in older adults: an observational study. *The Clinical journal of pain*, 28(3), 195-203.

Hicks, G., Gaines, J., Shardell, M., & Simonsick, E. (2008). Associations of back and leg pain with health status and functional capacity of older adults: Findings from the retirement community back pain study. *Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology*, 59(9), 1306-1313. doi:10.1002/art.24006

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscularThe associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 21(22), 2640–2650. doi:10.1097/00007632-199611150-00014

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics*, 40(11), 1220–1230. doi:10.1080/001401397187469

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1998). Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Journal of spinal disorders*, 11(1), 46–56.

Hofheinz, M., & Schusterschitz, C. (2010). Dual task interference in estimating the risk of falls and measuring change: a comparative, psychometric study of four measurements. *Clinical rehabilitation*, 24(9), 831-842.

- Holmes, B., Leggett, S., Mooney, V., Nichols, J., Negri, S., & Hoeyberghs, A. (1996). Comparison of female geriatric lumbar-extension strength: asymptotic versus chronic low back pain patients and their response to active rehabilitation. *Journal of Spinal Disorders, 9*(1), 17-22.
- Hori, Y., Hoshino, M., Inage, K., Miyagi, M., Takahashi, S., Ohyama, S., . . . Namikawa, T. (2019). ISSLS PRIZE IN CLINICAL SCIENCE 2019: clinical importance of trunk muscle mass for low back pain, spinal balance, and quality of life—a multicenter cross-sectional study. *European Spine Journal, 24*, 914–921. doi:10.1007/s00586-019-05904-7
- Hughes, C. J., & McBride, A. (2005). The use of surface electromyography to determine muscle activation during isotonic and elastic resistance exercises for shoulder rehabilitation. *Orthopaedic physical therapy practice, 17*(2), 05.
- Ijzerman, T. H., Schaper, N. C., Melai, T., Meijer, K., Willems, P. J., & Savelberg, H. (2012). Lower extremity muscle strength is reduced in people with type 2 diabetes, with and without polyneuropathy, and is associated with impaired mobility and reduced quality of life. *Diabetes research and clinical practice, 95*(3), 345-351. doi:10.1016/j.diabres.2011.10.026
- International Association for the Study of Pain. (2019, agosto 7). <https://www.iasp-pain.org/PublicationsNews/NewsDetail.aspx?ItemNumber=9218>. Retrieved diciembre 16, 2019, from IASP's Proposed New Definition of Pain Released for Comment: <https://www.iasp-pain.org/>
- Intolo, P., Milosavljevic, S., Baxter, D., Carman, A., Pal, P., & Munn, J. (2009). The effect of age on lumbar range of motion: a systematic review. *Manual therapy, 596-604*. doi:10.1016/j.math.2009.08.006
- Irandoust, K., & Taheri, M. (2015). The effects of aquatic exercise on body composition and nonspecific low back pain in elderly males. *Journal of physical therapy science, 27*(2), 433-435. doi:10.1589/jpts.27.433

- 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*, 3230427.
- Iversen, M. D., Fossel, A. H., & Katz, J. N. (2003). Enhancing function in older adults with chronic low back pain: a pilot study of endurance training. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84(9), 1324-1331. doi:10.1016/S0003-9993(03)00198-9
- Jackson, J. K., Shepherd, T. R., & Kell, R. T. (2011). The influence of periodized resistance training on recreationally active males with chronic nonspecific low back pain. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 242-251. doi:10.1519 / JSC.0b013e3181b2c83d
- Jaeschke, R., Singer, J., & Guyatt, G. (1989). Measurement of health status: ascertaining the minimal clinically important difference. *Controlled clinical trials*, 10(4), 407-415. doi:10.1016/0197-2456(89)90005-6
- Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Andersen, C. H., Aagaard, P., & Andersen, L. L. (2013). Muscle activity during leg strengthening exercise using free weights and elastic resistance: effects of ballistic vs controlled contractions. *Human movement science*, 32(1), 65-78. doi:10.1016/j.humov.2012.07.002
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of applied physiology*, 89, 81-88.
- Johar, P., Grover, V., Topp, R., & Behm, D. (2012). A comparison of topical menthol to ice on pain, evoked tetanic and voluntary force during delayed onset muscle soreness. *International journal of sports physical therapy*, 7(3), 314-322.
- Jones, L. D., Pandit, H., & Lavy, C. (2014). Back pain in the elderly: a review. *Maturitas*, 78(4), 258-262. doi:10.1016/j.maturitas.2014.05.004

- Jordan, J., Holden, M., Mason, E., & Foster, N. (2010). Interventions to improve adherence to exercise for chronic musculoskeletal pain in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1(CD005956). doi:10.1002/14651858.CD005956.pub2
- Kargarfard, M., Dehghadani, M., & Ghias, R. (2013). The effect of aquatic exercise therapy on muscle strength and joint's range of motion in hemophilia patients. *International journal of preventive medicine*, 4(1), 50-56.
- Kato, S., Murakami, H., Demura, S., Yoshioka, K., Shinmura, K., Yokogawa, N., . . . Tsuchiya, H. (2019). Abdominal trunk muscle weakness and its association with chronic low back pain and risk of falling in older women. *BMC musculoskeletal disorders*, 20(1), 273. doi:10.1186/s12891-019-2655-4
- Katz, R. (2006). Impairment and disability rating in low back pain. *Clinics in occupational and environmental medicine*, 5(3), 719-740.
- Kaye, A. D., Baluch, A., & Scott, J. T. (2010). Pain management in the elderly population: a review. *Ochsner Journal*, 10(3), 179-187.
- Kell, R. T., & Asmundson, G. J. (2009). A comparison of two forms of periodized exercise rehabilitation programs in the management of chronic non-specific low back pain. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 3(2), 513-523. doi:10.1519 / JSC.0b013e3181918a6e
- Kelly, A. M. (2001). The minimum clinically significant difference in visual analogue scale pain score does not differ with severity of pain. *Emergency Medicine Journal*, 18(3), 205-207. doi:10.1136/emj.18.3.205
- Khadilkar, A., Milne, S., Brosseau, L., Robinson, V., Saginur, M., Shea, B., . . . Wells, G. (2005). Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev*, 3, CD003008. doi:10.1002/14651858.CD003008.pub2

- Kim, J., Eom, G., Kim, C., Kim, D., Lee, J., Park, B., & Hong, J. (2010). Sex differences in the postural sway characteristics of young and elderly subjects during quiet natural standing. *Geriatrics & gerontology international*, *10*(2), 191-198.
- Kimachi, K., Kimachi, M., Takegami, M., Ono, R., Yamazaki, R., Goto, Y., . . . Yamamoto, Y. (2019). Level of Low Back Pain–Related Disability Is Associated with Risk of Subsequent Falls in an Older Population: Locomotive Syndrome and Health Outcomes in Aizu Cohort Study (LOHAS). *Pain Medicine*, *20*(12), 2377–2384. doi:10.1093/pm/pny313
- Kjaer, P., Bendix, T., Sorensen, J. S., Korsholm, L., & Leboeuf-Yde, C. (2007). Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain?. *BMC medicine*, *5*(1), 2. doi:10.1186/1741-7015-5-2
- Klenk, J., Dallmeier, D., Denking, M., Rapp, K., Koenig, W., Rothenbacher, D., & Group, A. S. (2016). Objectively Measured Walking Duration and Sedentary Behaviour and Four-Year Mortality in Older People. *Plos One*, *11*(4), e0153779. doi:10.1371/journal.pone.0153779
- Knauer, S. R., Freburger, J. K., & Carey, T. S. (2010). Chronic Low Back Pain Among Older Adults: A Population-Based Perspective. *Journal of Aging and Health*, *22*(8), 22-28. doi:10.1177/0898264310374111
- Koes, B., van Tulder, M., Lin, C., Macedo, L., McAuley, J., & Maher, C. (2010). An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *European Spine Journal*, *9*(12), 2075-1094. doi:10.1007/s00586-010-1502-y
- Kojima, G., Masud, T., Kendrick, D., Morris, R., Gawler, S., Treml, J., & Iliffe, S. (2015). Does the timed up and go test predict future falls among British community-dwelling older people? Prospective cohort study nested within a randomised controlled trial. *BMC geriatrics*, *15*(1), 38. doi:10.1186/s12877-015-0039-7.

- Koltyn, K. F. (2002). Exercise-induced hypoalgesia and intensity of exercise. *Sport Medicine*, 32(8), 3477- 3487. doi:10.2165/00007256-200232080-00001
- Koltyn, K. F., & Arbogast, R. W. (1998). Perception of pain after resistance exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 32(1), 20-24. doi:10.1136/bjism.32.1.20
- Kuo, Y., Huang, K., Chiang, P., Lee, P., & Tsai, Y. (2015). Steadiness of spinal regions during single-leg standing in older adults with and without chronic low back pain. *PLoS One*, 10(5), e0128318.
- Kuss, K., Becker, A., Quint, S., & Leonhardt, C. (2015). Activating therapy modalities in older individuals with chronic non-specific low back pain: a systematic review. *Physiotherapy*, 310(318), 310-318. doi:10.1016/j.physio.2015.04.009
- Lagally, K. M., Robertson, R. J., Gallagher, K. I., Goss, F. L., Jakicic, J. M., Lephart, S. M., . . . Goodpaster, B. (2002). Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(3), 552–560. doi:10.1097/00005768-200203000-00025
- Lamoth, C. J., Meijer, O. G., Wuisman, P. I., van Dieën, J. H., Levin, M. F., & Beek, P. J. (2002). Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. *Spine*, 27(4), E92-E99.
- Landi, F., Russo, A., Cesari, M., Pahor, M., Liperoti, R., Danese, P., . . . Onder, G. (2008). Walking one hour or more per day prevented mortality among older persons: Results from ilSIRENTE study. *Preventive Medicine*, 47(4), 422-426. doi:10.1016/j.ypmed.2008.06.020
- Larivière, C., Gagnon, D., & Loisel, P. (2000). The comparison of trunk muscles EMG activation between subjects with and without chronic low back pain during flexion–extension and lateral bending tasks. *Journal of electromyography and kinesiology*, 10(2), 79-91. doi:10.1016/S1050-6411(99)00027-9

- Larsson, U. E. (2004). Influence of weight loss on pain, perceived disability and observed functional limitations in obese women. *International Journal of Obesity*, 28(2), 269-277. doi:10.1038/sj.ijo.0802534
- Lautenbacher, S. (2012). Experimental Approaches in the Study of Pain in the Elderly. *Pain medicine*, 13(2), S44–S50. doi:10.1111/j.1526-4637.2012.01326.x
- Learman, K. E., Showalter, C., O'Halloran, B., & Cook, C. E. (2013). Thrust and nonthrust manipulation for older adults with low back pain: an evaluation of pain and disability. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 36(5), 284-291. doi:10.1016/j.jmpt.2013.05.007
- Leboeuf-Yde, C., Fejer, R., Nielsen, J., Kyvik, K., & Hartvigsen, J. (2011). Consequences of spinal pain: do age and gender matter? A Danish cross-sectional population-based study of 34,902 individuals 20-71 years of age. *BMC musculoskeletal disorders*, 12, 39.
- Ledoux, E., Dubois, J. D., & Descarreaux, M. (2012). Physical and Psychosocial Predictors of Functional Trunk Capacity in Older Adults With and Without Low Back Pain. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 35(5), 338-345. doi:10.1016/j.jmpt.2012.04.007
- Lee, J. W., Kim, S. B., & Kim, S. W. (2018). Effects of elastic band exercises on physical ability and muscular topography of elderly females. *Journal of physical therapy science*, 30(2), 248–251. doi:10.1589/jpts.30.248
- Lee, P. G., Jackson, E. A., & Richardson, C. R. (2017). Exercise prescriptions in older adults. *American family physician*, 95(7), 425-432.
- Lee, P.-Y., Lin, S.-I., Liao, Y.-T., Lin, R.-M., Hsu, C.-C., . . . Tsai, Y.-J. (2016). Postural Responses to a Suddenly Released Pulling Force in Older Adults with

- Chronic Low Back Pain: An Experimental Study. *PLoS ONE*, 11(9), e0162187.
- Liddle, S., Baxter, G., & Gracey, J. (2004). Exercise and chronic low back pain: what works? *Pain*, 107(1-2), 176-190.
- Lima, F. F., Camillo, C. A., Gobbo, L. A., Trevisan, I. B., Nascimento, W. B., Silva, B. S., . . . Ramor, E. (2018). Resistance training using low cost elastic tubing is equally effective to conventional weight machines in middle-aged to older healthy adults: a quasi-randomized controlled clinical trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(1), 153-160.
- Lin, C., McAuley, J., Macedo, L., Barnett, D., Smeets, R., & Verbunt, J. (2011). Relationship between physical activity and disability in low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Pain*, 152(3), 607–613. doi:61. Lin C.W., McAuley J.H., Macedo L., Barnett D.C., Smeets R.J., Verbunt J.A. Relationship between physical ac10.1016/j.pain.2010.11.034.
- Liu, C., & Latham, N. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane database of systematic reviews*, 3, CD002759. doi:10.1002/14651858.CD002759.pub2
- Liu, J., Xie, H., Liu, M., Wang, Z., Zou, L., Yeung, A., . . . Yang, Q. (2018). The Effects of Tai Chi on Heart Rate Variability in Older Chinese Individuals with Depression. *International journal of environmental research and public health*, 15(12), 2771. doi: 10.3390/ijerph15122771
- Liu, J., Yeung, A., Xiao, T., Tian, X., Kong, Z., Zou, L., & Wang, X. (2019). Chen-Style Tai Chi for Individuals (Aged 50 Years Old or Above) with Chronic Non-Specific Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *International journal of environmental research and public health*, 16(3), 517. doi:10.3390/ijerph16030517

- Lobo, C. C., Morales, C. R., Sanz, D. R., Corbalán, I. S., Romero, E. A., Carnero, J. F., & López, D. L. (2017). Comparison of hand grip strength and upper limb pressure pain threshold between older adults with or without non-specific shoulder pain. *PeerJ*, e2995. doi:10.7717/peerj.2995
- Lou, L., Zou, L., Fang, Q., Wang, H., Liu, Y., Tian, Z., & Han, Y. (2018). Effect of Taichi softball on function-related outcomes in older adults: A randomized control trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2017, 4585424. doi:10.1155/2017/4585424
- MacDonald, D., Moseley, G., & Hodges, P. (2006). The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs? *Manual therapy*, 11(4), 254-63.
- Madadi-Shad, M., Jafarnezhadgero, A., Sheikhalizade, H., & Dionisio, V. (2020). Effect of a corrective exercise program on gait kinetics and muscle activities in older adults with both low back pain and pronated feet: A double-blind, randomized controlled trial. *Gait and Posture*, 76, 339-345. doi:10.1016/j.gaitpost.2019.12.026.
- Maher, C. (2004). Effective physical treatment for chronic low back pain. *Orthopedic Clinics*, 35(1), 57-64. doi:10.1016/S0030-5898(03)00088-9
- Maher, C., Underwood, M., & Buchbinder, R. (2017). Non-specific low back pain. *The Lancet*, 389(10070), 736-747. doi:10.1016/S0140-6736(16)30970-9
- Makris, U., Higashi, R., Marks, E., Fraenkel, K., Gill, T., Friedly, J., & Reid, M. (2017). Physical, Emotional, and Social Impacts of Restricting Back Pain in Older Adults: A Qualitative Study. *Pain Medicine*, 18(7), 1225-1235. doi:10.1093/pm/pnw196
- Makris, U., Higashi, R., Marks, E., Fraenkel, L., Sale, J., Gill, T., & Reid, M. (2015). Ageism, negative attitudes, and competing co-morbidities—why older adults may not seek care for restricting back pain: a qualitative study. *BMC geriatrics*, 15(1), 39. doi:10.1186 / s12877-015-0042-z

- Mangione, K. K., Craik, R. L., McCormick, A. A., Blevins, H. L., White, M. B., Sullivan-Marx, E. M., & Tomlinson, J. D. (2010). Detectable changes in physical performance measures in elderly African Americans. *Physical Therapy, 90*(6), 21-927. doi:10.2522/ptj.20090363
- Mannion, A., Dvorak, J., Taimela, S., & Müntener, M. (2001). Increase in strength after active therapy in chronic low back pain (CLBP) patients: muscular adaptations and clinical relevance. *Schmerz, 15*(6), 468–473.
- Marshall, P. W., Mannion, J., & Murphy, B. A. (2010). The eccentric, concentric strength relationship of the hamstring muscles in chronic low back pain. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology, 20*(1), 39–45. doi:10.1016/j.jelekin.2009.04.005
- Martin, D., Valdez, J., Boren, J., & Mayersohn, M. (2004). Dermal absorption of camphor, menthol, and methyl salicylate in humans. *The journal of clinical pharmacology, 44*(10), 1151-1157.
- Martin, H., Yule, V., Syddall, H., Dennison, E., Cooper, C., & Aihie Sayer, A. (2006). Is hand-held dynamometry useful for the measurement of quadriceps strength in older people? A comparison with the gold standard Bodex dynamometry. *Gerontology, 52*(3), 154–159. doi:10.1159/000091824
- Mayer, T., Smith, S., Keeley, J., & Mooney, V. (1985). Quantification of lumbar function. Part 2: Sagittal plane trunk strength in chronic low-back pain patients. *Spine, 10*(8), 765-772.
- McLean, R. R., Shardell, M. D., Alley, D. E., Cawthon, P. M., Fragala, M. S., Harris, T. B., . . . Dam, T. (2014). Criteria for clinically relevant weakness and low lean mass and their longitudinal association with incident mobility impairment and mortality: the foundation for the National Institutes of Health (FNIH) sarcopenia project. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences, 69*(5), 576–583. doi:10.1093/gerona/glu012

- McMaster, D. T., Cronin, J., & McGuigan, M. (2009). Forms of variable resistance training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(1), 50-64. doi:10.1519/SSC.0b013e318195ad32
- Melchiorri, G., & Rainoldi, A. (2011). Muscle fatigue induced by two different resistances: Elastic tubing versus weight machines. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(6), 954-959. doi:10.1016/j.jelekin.2011.07.015
- Meng, C. F., Wang, D., Ngeow, J., Lao, L., Peterson, M., & Paget, S. (2003). Acupuncture for chronic low back pain in older patients: a randomized, controlled trial. *Rheumatology*, 42(12), 1508-1517. doi:10.1093/rheumatology/keg405
- Mengiardi, B., Schmid, M. R., Boos, N., Pfirrmann, C. W., Brunner, F., Elfering, A., & Hodler, J. (2006). Fat content of lumbar paraspinal muscles in patients with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: quantification with MR spectroscopy. *Radiology*, 240(3), 786-792. doi:10.1148/radiol.2403050820
- Meyer, T., Cooper, J., & Raspe, H. (2007). Disabling low back pain and depressive symptoms in the community-dwelling elderly: a prospective study. *Spine*, 32(21), 2380-2386. doi:10.1097/BRS.0b013e3181557955
- Miller, F. G., Wendler, D., & Swartzman, L. C. (2005). Deception in research on the placebo effect. *PLoS Med*, 2(9), e262. doi: 10.1371/journal.pmed.0020262
- Monrone, N., Greco, C., Moore, C., Rollman, B., Lane, B., Monrrow, L., . . . Weiner, D. (2016). A mind-body program for older adults with chronic low back pain: a randomized clinical trial. *JAMA internal medicine*, 176(3), 329-337. doi:10.1001/jamainternmed.2015.8033
- Morishita, S., Tsubaki, A., Nakamura, M., Nashimoto, S., Fu, J. B., & Onishi, H. (2019). Rating of perceived exertion on resistance training in elderly subjects.

- Expert review of cardiovascular therapy*, 17(2), 135-142.
doi:10.1080/14779072.2019.1561278
- Morone, N. E., Greco, C. M., Moore, C. G., Rollman, B. L., Lane, B., Morrow, L. A., . . . Weiner, D. K. (2016). A mind-body program for older adults with chronic low back pain: a randomized clinical trial. *JAMA internal medicine*, 176(3), 329-337. doi:10.1001 / jamainternmed.2015.8033
- Motalebi, S., & Loke, S. (2014). Efficacy of progressive resistance tube training in community dwelling older adults: A pilot study. *International Journal of Gerontology*, 8(4), 213-218.
- Mutubuki, E., Beljon, Y., Maas, E., Huygen, F., Ostelo, R., van Tulder, M., & van Dongen, J. (2020). The longitudinal relationships between pain severity and disability versus health-related quality of life and costs among chronic low back pain patients. *Quality of Life Research*, 29(1), 275–287. doi:0.1007/s11136-019-02302-w
- Nakatani, T., Nadamoto, M., Mimura, K., & Itoh, M. (2002). Validation of a 30-sec chair-stand test for evaluating lower extremity muscle strength in Japanese elderly adults. *Japanese Society of Physical Education*, 47, 451-461. doi:10.5432/jjpehss.KJ00003390725
- National Health and Nutrition Examination Survey. (2009). *Anthropometry Procedures Manual*. United States: Center for disease control and prevention.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., . . . Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1094-1105. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185650
- Nitschke, J. E., McMeeken, J. M., Burry, H. C., & Matyas, T. A. (1999). When is a change a genuine change?: A clinically meaningful interpretation of grip

- strength measurements in healthy and disabled women. *Journal of Hand Therapy*, 12(1), 25-30. doi:10.1016/S0894-1130(99)80030-1
- Nourbakhsh, M. R., & Arab, A. M. (2002). Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(9), 447-460. doi:10.2519/jospt.2002.32.9.447
- Nuzzo, J. (2020). Sex Difference in Participation in Muscle-Strengthening Activities. *Journal of Lifestyle Medicine*, 10(2), 110-115. doi:10.15280/jlm.2020.10.2.110
- O'Keeffe, M., Hayes, A., McCreesh, K., Purtill, H., & O'Sullivan, K. (2017). Are group-based and individual physiotherapy exercise programmes equally effective for musculoskeletal conditions? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(2), 126-132. doi:10.1136/bjsports-2015-095410
- Onder, G., Cesari, M., Russo, A., Zamboni, V., Bernabei, R., & Landi, F. (2006). Association between daily pain and physical function among old-old adults living in the community: Results from the iSIRENTE study. *Pain*, 121((1-2)), 53-59. doi:10.1016/j.pain.2005.12.003
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Informe Mundial sobre el envejecimiento y la salud*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186466/1/9789240694873_spa.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2016). Acción multisectorial para un envejecimiento sano basado en el ciclo de vida: proyecto de estrategia y plan de acción mundiales sobre el envejecimiento y la salud. 69.^a ASAMBLEA MUNDIAL DE LA SALUD. Punto 13.4 del orden del día provisional (p. A69/17). Ginebra: OMS. Retrieved from http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA69/A69_17-sp.pdf.

- Ostelo, R. J., Deyo, R., Stratford, G., Croft, P., Korff, V., Bouter, L., & de Vet, H. (2008). Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: towards international consensus regarding minimal important change. *Spine*, 33(1), 90-94. doi:10.1097/BRS.0b013e31815e3a10
- Ostelo, R., & de Vet, H. (2005). Clinically important outcomes in low back pain. *Best practice & research clinical rheumatology*, 19(4), 593-607.
- O'Sullivan, P., Burnett, A., Floyd, A., Gadsdon, K., Logiudice, J., Miller, D., & Quirke, H. (2003). Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine*, 28(10), 1074-1079.
- Page, P., & Alexander, L. (2017). The Clinical Effectiveness of Biofreeze Topical Analgesic on Musculoskeletal Pain: A Systematic Review. *Journal of performance health research*, 1(1), 1-10.
- Peeters, A., Bonneux, L., Nusselder, W., De Laet, C., & Barendregt, J. (2004). Adult Obesity and the Burden of Disability throughout Life. *Obesity research*, 12(7), 1145-1151.
- Petrella, R. J., & Chudyk, A. (2008). Exercise prescription in the older athlete as it applies to muscle, tendon, and arthroplasty. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(6), 522-530.
- Podichetty, V. K., Mazanec, D. J., & Biscup, R. S. (2003). Chronic non-malignant musculoskeletal pain in older adults: clinical issues and opioid intervention. *Postgraduate medical journal*, 79(937), 627-633.
- Posadzki, P., & Ernst, E. (2011). Yoga for low back pain: a systematic review of randomized clinical trials. 30(9), 1257-1262. doi:10.1007/s10067-011-1764-8.
- Qaseem, A., Wilt, T., McLean, R. M., & Forciea, M. A. (2017). Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice

guideline from the American College of Physicians. *Annals of internal medicine*, 166(7), 514-530. doi:10.7326/M16-2367

Quinlan-Colwell, A. (2012). *Compact Clinical Guide to Geriatric Pain Management: An evidence-Based Approach for Nurses*. Springer Publishing Company.

Rainville, J., Ahern, D., Phalen, L., Childs, L., & Sutherland, R. (1992). The association of pain with physical activities in chronic low back pain. *Spine*, 17(9), 1060-1064.

Rainville, J., Hartigan, C., Martinez, E., Limke, J., Jouve, C., & Finno, M. (2004). Exercise as a treatment for chronic low back pain. *The Spine Journal*, 4(1), 106-115. doi:10.1016/S1529-9430(03)00174-8

Ramos, E. M., de Toledo-Arruda, A. C., Fosco, L. C., Bonfim, R., Bertolini, G. N., Guarnier, F. A., . . . Ramos, D. (2014). The effects of elastic tubing-based resistance training compared with conventional resistance training in patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease: a randomized clinical trial. *Clinical rehabilitation*, 1096–1106. doi:10.1177/0269215514527842

Rapoport, J., Jacobs, P., Bell, N., & Klarenbach, S. (2004). Refining the measurement of the economic burden of chronic diseases in Canada. *Chronic Diseases in Canada*, 25(1), 13-21.

Raymond, M. J., Bramley-Tzerefos, R. E., Jeffs, K. J., Winter, A., & Holland, A. E. (2013). Systematic review of high-intensity progressive resistance strength training of the lower limb compared with other intensities of strength training in older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 94(8), 1458-1472. doi:10.1016/j.apmr.2013.02.022.

Reid, M., Williams, C., & Gill, T. (2005). Back pain and decline in lower extremity physical function among community-dwelling older persons. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(6), 793-792.

- Rikli, R., & Jones, C. (2003). *Senior fitness test manual* (2da ed.). United States: Human Kinetics.
- Risch, S., Norvell, N., Pollock, M., Risch, E., Langer, H., Fulton, M., . . . Leggett, S. (1993). Lumbar strengthening in chronic low back pain patients. Physiologic and psychological benefits. *Spine*, *18*(2), 232-238.
- Rissanen, A., Kalimo, H., & Alaranta, H. (1995). Effect of intensive training on the isokinetic strength and structure of lumbar muscles in patients with chronic low back pain. *Spine*, *20*(3), 333-340.
- Robb, B. (2009). *Exercise and Physical Activity: What's the Difference?*. Retrieved mayo 3, 2020, from <http://www.everydayhealth.com/fitness/basics/difference-between-exercise-and-physical-activity.aspx>
- Robertson, R. J. (2004). *Perceived Exertion for Practitioners: Rating Effort With the OMNI Picture System*. United States of America: Human Kinetics.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., . . . Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, *35*(2), 333–341. doi:10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A
- Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Cesari, M., Vellas, B., Pahor, M., & Grandjean, H. (2006). Physical performance measures as predictors of mortality in a cohort of community-dwelling older French women. *European journal of epidemiology*, *21*(2), 113-122. doi:10.1007/s10654-005-5458-x
- Rosa, N., Queiroz, B., Lopes, R., Sampaio, N., Pereira, D., & Pereira, L. (2016). Risk of falls in Brazilian elders with and without low back. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *20*(6), 502-509. doi:10.1590/bjpt-rbf.2014.0183
- Rudy, T. E., Weiner, D. K., Lieber, S. J., Slaboda, J., & Boston, J. R. (2007). The impact of chronic low back pain on older adults: a comparative study of patients and controls. *Pain*, *131*(3), 293-301. doi:10.1016/j.pain.2007.01.012

- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2011). Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *European Spine Journal*, 20(3), 358–368 . doi:10.1007/s00586-010-1543-2
- Ruiz, F. K., Bohl, D. D., Webb, M. L., Russo, G. S., & Grauer, J. N. (2014). Oswestry Disability Index is a better indicator of lumbar motion than the Visual Analogue Scale. *The Spine Journal*, 14(9), 1860-1865. doi:10.1016/j.spinee.2013.10.027
- Sakai, Y., Matsui, H., Ito, S., Hida, T., Ito, K., Koshimizu, H., & Harada, A. (2017). Sarcopenia in elderly patients with chronic low back pain. *Osteoporosis and sarcopenia*, 3(4), 195-200.
- Sallinen, J., Stenholm, S., Rantanen, T., Heliövaara, M., Sainio, P., & Koskinen, S. (2010). Hand-grip strength cut-points to screen older persons at risk for mobility limitation. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(9), 1721–1726. doi:10.1111/j.1532-5415.2010.03035.x
- Scheele, J., Luijsterburg, P., Bierma-Zeinstra, S., & Koes, B. (2012). Course of back complaints in older adults: a systematic literature review. *European Journal of Physical Rehabilitation Medicine*, 48(3), 379-386.
- Schild von Spannenberg, S., Jones, G. T., & Macfarlane, G. J. (2012). The evidence base for managing older persons with low back pain. *British journal of pain*, 6(4), 166-169. doi:10.1177/2049463712466323
- Schulz K. F., Altman, D. G., & Moher, D. (2010). CONSORT 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC Medicine*, 8, 18. doi:10.1186/1741-7015-8-18

- Scott, D., Blizzard, L., Fell, J., & Jones, G. (2012). Prospective study of self-reported pain, radiographic osteoarthritis, sarcopenia progression, and falls risk in community-dwelling older adults. *Arthritis care & research*, *64*(1), 30-37.
- Searle, A., Spink, M., Ho, A., & Chuter, V. (2015). Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clinical reahabilitation*, *29*(12), 1155-1167.
- Sherrington, C., & Lord, S. (2005). Reliability of simple portable tests of physical performance in older people after hip fracture. *Clinical Rehabilitation*, *19*(5), 496-504. doi:10.1191/0269215505cr833oa
- Sherrington, C., Tiedemann, A., Fairhall, N., Close, J., & Lord, S. (2011). Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *N S W Public Health Bull*, *22*(3-4), 78–83. doi:doi: 10.1071/NB10056.
- Shiri, R., Karppinen, J., Leino-Arjas, P., Solovieva, S., & Viikari-Juntura, E. (2010). The association between obesity and low back pain: a meta-analysis. *American journal of epidemiology*, *171*(2), 135-154. doi:10.1093/aje/kwp356
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy*, *80*(9), 896-903.
- Silva, N. L., Oliveira, R. B., Fleck, S. J., Leon, A. C., & Farinatti, P. (2014). Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: a meta-analysis of dose–response relationships. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *17*(3), 337-344. doi:10.1016/j.jsams.2013.05.009
- Simon, C., & Hicks, G. (2018). Paradigm Shift in Geriatric Low Back Pain Management: Integrating Influences, Experiences, and Consequences. *Physical Therapy*, *98*(5), 434–446. doi:https://doi.org/10.1093/ptj/pzy028

- Simoneau, G. G., Bereda, S. M., Sobush, D. C., & Starsky, A. J. (2001). Biomechanics of elastic resistance in therapeutic exercise programs. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 16-24. doi:10.2519/jospt.2001.31.1.16
- Sions, J., Elliot, J., Pohlig, R., & Hicks, G. (2017). Trunk Muscle Characteristics of the Multifidi, Erector Spinae, Psoas, and Quadratus Lumborum in Older Adults With and Without Chronic Low Back Pain. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 47(3), 173-179. doi:10.2519/jospt.2017.7002
- Slade, S. C., & Keating, J. L. (2006). Trunk-strengthening exercises for chronic low back pain: a systematic review. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 29(2), 163-173.
- Smeets, R. J., Wittink, H., Hidding, A., & Knottnerus, J. A. (2006). Do patients with chronic low back pain have a lower level of aerobic fitness than healthy controls?: are pain, disability, fear of injury, working status, or level of leisure time activity associated with the difference in aerobic fitness level? *Spine*, 31(1), 90-97. doi:10.1097/01.brs.0000192641.22003.83
- Smeets, R., van Geel, K., & Verbunt, J. (2009). Is the Fear Avoidance Model Associated With the Reduced Level of Aerobic Fitness in Patients With Chronic Low Back Pain? *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 90(1), 109-117. doi:10.1016/j.apmr.2008.07.009
- Smith, D., Bissell, G., Bruce-Low, S., & Wakefield, C. (2011). The effect of lumbar extension training with and without pelvic stabilization on lumbar strength and low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 24(4), 241-249.
- Spengelink, C. D., Hutten, M. M., Hermens, H. J., & Greitemann, B. O. (2002). Assessment of activities of daily living with an ambulatory monitoring system: a comparative study in patients with chronic low back pain and

- nonsymptomatic controls. *Clinical rehabilitation*, 16(1), 16-26.
doi:10.1191/0269215502cr463oa
- Springer, B., Marin, R., Cyhan, T., Roberts, H., & Gill, N. (2007). Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 30(1), 8-15.
- Sritoomma, N., Moyle, W., Cooke, M., & O'Dwyer, S. (2014). The effectiveness of Swedish massage with aromatic ginger oil in treating chronic low back pain in older adults: a randomized controlled trial. *Complementary therapies in medicine*, 22(1), 26-33. doi:10.1016/j.ctim.2013.11.002
- Stanos, S. (2007). Topical Agents for the Management of Musculoskeletal Pain. *Journal of pain and symptom management*, 33(3), 342-355.
doi:10.1016/j.jpainsymman.2006.11.005
- Steffen, T. M., Hacker, T. A., & Mollinger, L. (2002). Age-and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Physical therapy*, 82(2), 128-137. doi:10.1093/ptj/82.2.128
- Steib, S., Schoene, D., & Pfeifer, K. (2010). Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(5), 902-914.
- Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Andersen, C. H., Bandholm, T., Thorborg, K., Zebis, M. K., & Andersen, L. L. (2014). Evaluation of elastic bands for lower extremity resistance training in adults with and without musculo-skeletal pain. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(5), e353-e359.
doi:10.1111/sms.12187
- Sundstrup, E., Jakobsen, M., Brandt, M., Jay, K., Colado, J., Wang, Y., & Andersen, L. (2014). Acute effect of topical menthol on chronic pain in slaughterhouse

workers with carpal tunnel syndrome: triple-blind, randomized placebo-controlled trial. *Rehabilitation research and practice*, 2014, 310913.

Tanishima, S., Hagino, H., & Matsumoto, H. (2017). Association between sarcopenia and low back pain in local residents prospective cohort study from the GAINA study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1), 1-6. doi:10.1186/s12891-017-1807-7

Taylor, J. B., Goode, A. P., George, S. Z., & Cook, C. E. (2014). Incidence and risk factors for first-time incident low back pain: a systematic review and meta-analysis. *The Spine Journal*, 14(10), 2299-2319. doi:10.1016/j.spinee.2014.01.026

Teichtahl, A. J., Urquhart, D. M., Wang, Y., Wluka, A. E., O'Sullivan, R., Jones, G., & Cicuttini, F. M. (2015). Physical inactivity is associated with narrower lumbar intervertebral discs, high fat content of paraspinal muscles and low back pain and disability. *Arthritis research & therapy*, 17(1), 114. doi:10.1186/s13075-015-0629-y

Teut, M., Knilli, J., Daus, D., Roll, S., & Witt, C. (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. doi:10.1016/j.jpain.2016.03.003

Tokmakidis, S. P., Kalapotharakos, V. I., Smilios, I., & Parlavantzas, A. (2009). Effects of detraining on muscle strength and mass after high or moderate intensity of resistance training in older adults. *Clinical physiology and functional imaging*, 316-319. doi:10.1111/j.1475-097X.2009.00866.x

Topp, R., Brosky, J., & Pieschel, D. (2013). The effect of either topical menthol or a placebo on functioning and knee pain among patients with knee OA. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 36(2), 92–99.

- Tsui, S. L., Chen, P., & Ng, K. (2010). *Pain Medicine : A Multidisciplinary Approach*. Hong Kong University Press. Hong Kong: Hong Kong University Press.
- Ugur, M., Derouiche, L., & Massotte, D. (2018). Heteromerization modulates mu opioid receptor functional properties in vivo. *Frontiers in pharmacology*, 9, 1240. doi:10.3389/fphar.2018.01240
- Urquhart, D. M., Berry, P., Wluka, A. E., Strauss, B. J., Wang, Y., Proietto, J., . . . Cicuttini, F. (2011). 2011 Young Investigator Award Winner: Increased Fat Mass Is Associated With High Levels of Low Back Pain Intensity and Disability. *Spine*, 36(16), 1320-1325. doi:10.1097/BRS.0b013e3181f9fb66
- Vadalá, 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. *Clinical Medicine*, 9(4), 1023. doi:10.3390/jcm9041023
- van der Velde, G., & Mierau, D. (2000). The effect of exercise on percentile rank aerobic capacity, pain, and self-rated disability in patients with chronic low-back pain: a retrospective chart review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(11), 1457-1463.
- van Middelkoop, M., Rubinstein, S., Verhagen, A., Ostelo, R., Koes, B., & van Tulder, M. (2010). Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best practice & research Clinical rheumatology*, 24(2), 193-204.
- van Tulder, M., Malmivaara, A., Esmail, R., & Koes, B. (2000). Exercise therapy for low back pain: a systematic review within the framework of the cochrane collaboration back review group. *Spine*, 25(21), 2784-2796.
- Vellas, B. J., Wayne, S. J., Romero, L., Baumgartner, R. N., Rubenstein, L. Z., & Garry, P. J. (1997). One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45(6), 735-738. doi:10.1111/j.1532-5415.1997.tb01479.x

- Vincent, H. K., George, S. Z., Seay, A. N., Vincent, K. R., & Hurley, R. (2014a). Resistance exercise, disability, and pain catastrophizing in obese adults with back pain. *Medicine and science in sports and exercise*, *46*(9), 1693.
- Vincent, H. K., Vincent, K. R., Seay, A. N., Conrad, B., Hurley, R., & George, S. (2014b). Back strength predicts walking improvement in obese, older adults with chronic low back pain. *PM&R*, *6*(5), 418-426.
- Vincent, H., Vincent, K. S., & Hurley, R. (2011). Functional impairment in obesity: a focus on knee and back pain. *Pain management*, *1*(5), 427-439.
- Visser, M., Kritchevsky, S. B., Goodpaster, B. H., Newman, A. B., Nevitt, M., Stamm, E., & Harris, T. B. (2002). Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. *Journal of the American Geriatrics Society*, *50*(5), 897–904. doi:10.1046/j.1532-5415.2002.50217.x
- Vitoula, K., Venneri, A., Varrassi, G., Paladini, A., Sykioti, P., Adewusi, J., & Zis, P. (2018). Behavioral Therapy Approaches for the Management of Low Back Pain: An Up-To-Date Systematic Review. *Pain and therapy*, *7*(1), 1-12. doi:10.1007/s40122-018-0099-4
- Waddell, G., Newton, M., Henderson, I., Somerville, D., & Main, C. (1993). A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain*, *52*(2), 157-168.
- Walker, B., French, S., Grant, W., & Green, S. (2010). Combined chiropractic interventions for low-back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *4*(CD005427). doi:10.1002/14651858.CD005427.pub2
- Walsh, D. A., Kelly, S. J., Johnson, P., Rajkumar, S., & Bennetts, K. (2004). Performance problems of patients with chronic low-back pain and the measurement of patient-centered outcome. *Spine*, *29*(1), 87-93. doi:10.1097/01.BRS.0000105533.09601.4F

- Wang, X., Zheng, J., Yu, Z., Bi, X., Lou, S. J., Liu, J., . . . Chen, P. M. (2012). A Meta-Analysis of Core Stability Exercise versus General Exercise for Chronic Low Back Pain. *PloS one*, 7(12), e52082.
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*, 174(6), 801-809. doi:10.1503/cmaj.051351
- Weiner, D. K. (2015). Deconstructing chronic low back pain in the older adult: Shifting the paradigm from the spine to the person. *Pain Medicine*, 16(5), 881-885. doi:10.1111/pme.12759
- Weiner, D., Gentili, A., Rossi, M., Coffey-Vega, K., Rodriguez, K., Hruska, K., . . . Perera, S. (2020). Aging Back Clinics—a Geriatric Syndrome Approach to Treating Chronic Low Back Pain in Older Adults: Results of a Preliminary Randomized Controlled Trial. *Pain Medicine*, 21(2), 274-290. doi:10.1093/pm/pnz179
- Weiner, D., Haggerty, C., Kritchevsky, S., Harris, T., Simonsick, E., Nevitt, M., . . . Health, A. a. (2003). How does low back pain impact physical function in independent, well-functioning older adults? Evidence from the Health ABC Cohort and implications for the future. *Pain medicine*, 4(4), 311-320.
- Weiner, D., Marcum, Z., & Rodriguez, E. (2016). Deconstructing Chronic Low Back Pain in Older Adults: Summary Recommendations. *Pain medicine*, 17(12), 2238–2246. doi:https://doi.org/10.1093/pm/pnw267
- Weiner, D., Perera, S., Rudy, T., Glick, R., Shenoy, S., & Delitto, A. (2008). Efficacy of percutaneous electrical nerve stimulation and therapeutic exercise for older adults with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Pain*, 140(2), 344-357.
- Weiner, D., Rudy, T., Morrow, L., Slaboda, J., & Lieber, S. (2006). The Relationship Between Pain, Neuropsychological Performance, and Physical Function in

- Community-Dwelling Older Adults with Chronic Low Back Pain. *Pain Medicina*, 7(1), 60-70. doi:10.1111/j.1526-4637.2006.00091.x
- Wells, C., Kolt, G. S., & Bialocerkowski, A. (2012). Defining Pilates exercise: a systematic review. *Complementary therapies in medicine*, 20(4), 253-262. doi:10.1016/j.ctim.2012.02.005
- Wertli, M. M., Rasmussen-Barr, E., Held, U., Weiser, S., Bachmann, L. M., & Brunner, F. (2014). Fear-avoidance beliefs—a moderator of treatment efficacy in patients with low back pain: a systematic review. *The Spine Journal*, 14(11), 2658-2678.
- Wewege, M. A., Booth, J., & Parmenter, B. J. (2018). Aerobic vs. resistance exercise for chronic non-specific low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 31(5), 889-899. doi:10.3233/BMR-170920
- Willson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., & Davis, I. M. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 13(5), 316-325. doi:10.5435/00124635-200509000-00005
- Winter, E., & Fowler, N. (2009). Exercise defined and quantified according to the Système International d'Unités. *Journal of Sports Sciences*, 27(5), 447-460. doi:10.1080/02640410802658461
- Wong, A., Karppinen, J., & Samartzis, D. (2017). Low back pain in older adults: risk factors, management options and future directions. *Scoliosis and Spinal Disorders volume*, 12(1), 14. doi:10.1186/s13013-017-0121-3
- Woolf, A. D., & Pfleger, B. (2003). Burden of major musculoskeletal conditions. *Bulletin of the World Health Organization*, 81(9), 646–656.

World Health Organization. (1980). *International classification of impairments, disabilities, and handicaps: a manual of classification relating to the consequences of disease*. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. (2007). *Steps to health. A European framework to promote physical activity for health*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

Wright, L., Schur, E., Noonan, C., Ahumada, S., Buchwald, D., & Afari, N. (2010). Chronic pain, overweight, and obesity: findings from a community-based twin registry. *The Journal of Pain, 11*(7), 628-635.

Zhang, J., Enix, D., Snyder, B., Giggey, K., & Tepe, R. (2008). Effects of Biofreeze and chiropractic adjustments on acute low back pain: a pilot study. *Journal of Chiropractic Medicine, 7*(2), 59-65.



Capítulo X: ANEXOS



10 ANEXO 1:

APROBACIÓN COMITÉ DE ÉTICA

UNIVERSITAT
DE VALÈNCIA Vicerektorat
d'Investigació i Política Científica

D. Francesc Francés Bozal, Profesor Contratado Doctor del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal, y Secretario del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

CERTIFICA:

Que el Comité Ético de Investigación en Humanos, en la reunión celebrada el día 29 de octubre de 2015, una vez estudiado el proyecto de investigación titulado:

"Efectos de diferentes protocolos de ejercicios físicos sobre el dolor crónico lumbar, el proceso oxidativo del envejecimiento y el rendimiento motor de las personas mayores", número de procedimiento H1444313248892,

cuyo responsable es D. Juan Carlos Colado Sánchez, ha acordado informar favorablemente el mismo dado que se respetan los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y cumple los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética.

Y para que conste, se firma el presente certificado en Valencia, a cuatro de noviembre de dos mil quince.







Capítulo XI: DIFUSIÓN CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN



11 DIFUSIÓN CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se describirá la difusión científica que ha tenido la presente investigación a través de publicaciones, suplementos y asistencia a congresos científicos internacionales.

11.1 Publicación en revista científica de la presente investigación.

Fritz, N.B., Calatayud, J., Page, P., Yadav, M., Sidiq, M. Colado, J.C. (2020) Applying a menthol pain reliever prior to strength training reduces chronic low back pain and increases functional capacity in overweight or obese older adults. *Journal of Human Sport and Exercise (in press)*.

Revista indexada en el “International Scientific Journal & Country Ranking (SCOPUS)”, con un índice de impacto de 0.4 y un índice H de 23, siendo valorada como Q2 en el área de “Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation” y como Q3 en el área de “Sports Science”.

Esta revista también está indexada en el “Emerging Sources Citation Index” de Clarivate Analytics. Además esta revista tiene el sello de calidad de las revistas científicas españolas en el año 2020 de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

El resto de sistemas de evaluación, bases de datos y portales de distribución de la presente revista pueden consultarse en:

<https://www.jhse.ua.es/pages/view/indexing>

11.2 Publicación de suplementos asociado a congresos científicos.

- Colado, J.C., **Fritz, N. B.**, Page, P. (2017). Effects of Biofreeze® topical analgesic on functional performance, body composition, and pain when applied before resistance training in overweight older women with non-specific chronic lumbar pain. *Journal of Perform Health Research*. 1(2):5.

Journal of Performance Health Research, fue una revista de investigación de publicación semestral, de acceso abierto; que incluía artículos revisados por pares y estaba indexada en Google Scholar patrocinada por Performance Health, que es un fabricante mundial de productos enfocados en la salud y bienestar. La misión de esta revista era proporcionar investigación científica internacional, original y de alta calidad sobre productos Performance Health y su visión era apoyar la práctica clínica a nivel mundial a través de la investigación y la educación. Actualmente esta revista no se encuentra activa, realizó su última publicación el año 2019.

- Rogers, N., **Fritz, N.B.**, Page, P., Bello, A., Altamirano, P., Flandez, J., Colado, J. C., Rogers, M. (2017). Effects of elastic resistance band exercise on older women with nonspecific chronic low back pain. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 48 (5S) : 603.doi:10.1249/01.mss.0000516907.86409.88

Revista indexada Revista indexada en el “International Scientific Journal & Country Ranking (SCOPUS)”, con un índice de impacto de 4.32 y un índice H de 203, siendo valorada como Q1 en el área de Orthopedics and Sports Medicine; Q1 en el área de Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation y Q1 en el área de Sports Science.

El resto de sistemas de evaluación, bases de datos y portales de distribución de la presente revista pueden consultarse en:

<https://journals.lww.com/acsm-msse/pages/default.aspx>

11.3 Presentación de eventos científicos

Fritz, N.B., Calatayud, J. Page, P., Yadav, M., Sidiq, M., Colado, J.C. (septiembre 2020). Applying a menthol pain reliever prior to strength training reduces chronic low back pain and increases functional capacity in overweight or obese older adults. Poster presentado en Costa Blanca Sports Science, Alicante, España.

Fritz, N.B., Altamirano, P., Gajardo, R., San Martín, M., Bello, A., Colado, J.C. (septiembre 2018). Efecto a corto y largo plazo de un gel analgésico tópico de mentol previo entrenamiento en la salud funcional de mujeres adultas mayores con síndrome de dolor lumbar crónico. Póster presentado en el XXI Congreso Nacional de Kinesiología. La Serena, Chile.

Fritz, N. B., Altamirano, P., Bello, A. Colado, J.C. (noviembre 2018). Efecto a largo plazo de un gel analgésico tópico de mentol asociado al entrenamiento de la fuerza muscular en adultas mayores con síndrome de dolor lumbar crónico. Póster presentado en Congreso Internacional de Gerontología y Geriatria de la Universidad San Sebastián, Valdivia, Chile.

11.4 Otros trabajos científicos y artículos relacionados con aspectos relevantes del método de la presente tesis doctoral.

Artículo científicos:

- **Fritz, N. B.**, Juesas, Á., Gargallo, P., Calatayud, J., Fernández-Garrido, J., Rogers, M. E., & Colado, J. C. (2018). Positive Effects of a Short-Term Intense Elastic Resistance Training Program on Body Composition and Physical Functioning in Overweight Older Women. *Biological Research For Nursing*, 20 (3), 321–334. doi: 10.1177/1099800418757676

Esta revista está indexada en el “International Scientific Journal & Country Ranking (SCOPUS)”, con un índice de impacto de 1,798 y un índice H de 41, siendo valorada como Q1 en el área de “Research and Theory. Además, ocupa el puesto 0,57 en el Rankig de SCImago.”

El resto de sistemas de evaluación, bases de datos y portales de distribución de la presente revista pueden consultarse en:

<https://journals.sagepub.com/metrics/brn>

- **Fritz, N. B.**, Gargallo, P., Juesas, Á., Flández, J. & Colado, J. C. High -and moderate-intensity resistance training provokes different effects on body composition, functionality, and well-being in elderly. *Journal of Human Sport and Exercise (in press)*.

Revista indexada en el “International Scientific Journal & Country Ranking (SCOPUS)”, con un índice de impacto de 0.4 y un índice H de 23, siendo valorada como Q2 en el área de “Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation” y como Q3 en el área de “Sports Science”.

Esta revista también está indexada en el “Emerging Sources Citation Index” de Clarivate Analytics. Además esta revista tiene el sello de calidad de las

recistas científicas españolas en el año 2020 de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

El resto de sistemas de evaluación, bases de datos y portales de distribución de la presente revista pueden consultarse en:

<https://www.jhse.ua.es/pages/view/indexing>

Suplementos asociados a congresos científicos:

- **Fritz, N.**, Colado, J.C., Gargallo, P., Madera, J., Calatayud, J., Rogers, M. (2015). Effects of resistance training with elastic bands at different levels of intensity in older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 47(5 Suppl 1): 932. doi: 10.1249 / 01.mss.0000479261.90171.a8
- Rogers, N., Jueas, A., **Fritz, N.**, Colado, J.C., Muñoz-Cutillas, V., Rogers, M.E. (2015). Effects of training with different elastic devices on dynamic and isometric strength in older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 47(5 Suppl 1): 937. doi: 10.1249/01.mss.0000479279.25611.ef.

Revista indexada Revista indexada en el “International Scientific Journal & Country Ranking (SCOPUS)”, con un índice de impacto de 4.32 y un índice H de 203, siendo valorada como Q1 en el área de Orthopedics and Sports Medicine; Q1 en el área de Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation y Q1 en el área de Sports Science.

El resto de sistemas de evaluación, bases de datos y portales de distribución de la presente revista pueden consultarse en:

<https://journals.lww.com/acsm-msse/pages/default.aspx>

Congresos

- **Fritz, N.**, Gargallo, P., Juezas, A., Flández, J., Colado, J.C. (diciembre 2020). High -and moderate-intensity resistance training provokes different effects on body composition, functionality, and well-being in elderly. Poster presentado en Costa Blanca Sports Science, Alicante, España.
- **Fritz, N.**, Colado J.C., Juezas, A., Gargallo, P., Muñoz, V. (diciembre 2015). Short-term effects of strength training with elastic bands at different levels of intensity on body composition, motor function and wellness in older adults. Conferencia en el VI Congreso Internacional de Ciencias del Deporte, Universidad Finis Terrae y Copenhagen Centre of Team Sports and Health de la University of Copenhagen, Santiago, Chile.

