



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Universidad Nacional
ARTURO JAURETCHE

Tesinas de Grado

Villegas, Gabriela y Bustos, Daniel

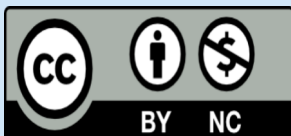
Entrenamiento de fuerza como intervención kinésica en la población joven-adulta con dolor lumbar crónico

2024

Instituto de Ciencias de la Salud

Carrera: Licenciatura en Kinesiología y

Fisiatría



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – No comercial 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Villegas, G. y Bustos, D. (2024). *Entrenamiento de fuerza como intervención kinésica en la población joven-adulta con dolor lumbar crónico* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche].

<https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/2941>

Instituto de Ciencias de la Salud – Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

TESINA DE GRADO

Presentado para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título:

“Entrenamiento de fuerza como intervención kinésica en la población joven-adulta con dolor lumbar crónico”

Autores:

Villegas, Gabriela

Nº de legajo: 22496

Bustos, Daniel

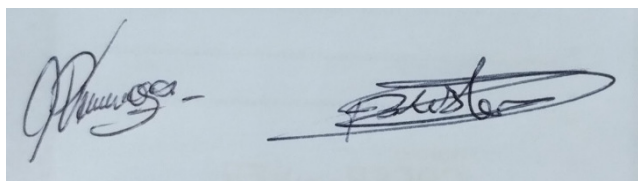
Nº de legajo: 12327

Director:

Lic. Martin Nuñez

Fecha de presentación:

Firma de los autores:



Agradecimientos

En una primera instancia nos gustaría agradecer a la Universidad Pública, en especial a la nuestra, Universidad Nacional Arturo Jauretche, porque gracias a ella logramos llegar a esta instancia tan esperada. Con la finalización de esta tesina damos cierre a nuestra última actividad como estudiantes universitarios donde no solo adquirimos los conocimientos de esta hermosa profesión, sino también la maduración a nivel personal y profesional.

Ambos agradecemos a quienes forman parte de nuestra querida universidad desde sus directores, Luis Sarno y Eugenia Polini, como también a cada uno de los docentes y no docentes que nos acompañaron todos estos años. A nuestro tutor Martín Nuñez por su confianza en nosotros y su aporte como parte fundamental para la realización de esta tesina.

Queremos agradecer a nuestros alumnos por la confianza y la experiencia que nos han brindado durante más de 15 años como entrenadores físicos. A nuestro trabajo como profes que nos inspiró a desafiarnos cada vez más y llegar a esta maravillosa profesión.

Yo, Gabriela, quiero agradecer a mi papá y mamá por el apoyo incondicional; a mi hermana por entenderme, estar a mi lado siempre y escucharme cuando más lo necesite. A mis amigos de toda la vida, a mis compañeros, a mi tutor el Licenciado Martín, quien tuve el agrado de tener como profesor y me dio muchas herramientas para hacerme más rica en mi trabajo. Hacer especial mención a mi psicólogo Julián, quien estos últimos años me ayudó a priorizar y encontrarme y ayudó con éxito a mi salud mental y confianza en mí.

Por último y hoy más importante, gracias a mi pareja, mi amigo, mi compañero de vida, Daniel, quien además tengo el orgullo de tener como compañero en este último proyecto, y será un placer compartir esta maravillosa profesión con él.

Yo, Daniel en primer lugar quiero agradecer a mi familia, hermanos, mis padres quienes incondicionalmente estuvieron codo a codo conmigo apoyándome en todo momento, quienes festejaron conmigo mis logros, y me ayudaron a levantarme en cada caída, a mi pareja y compañera de vida, Gabriela, quien me apoyo en toda la carrera, acompañó, ayudó, y aguantó cada estrés que me agarraba en época de parciales. A mis amigos por entender mis ausencias y bancarme. A mi tutor Martín Nuñez, por su confianza, predisposición y apoyo para nuestra tesina. A mis compañeros de cursada y amigos que me dejaron la universidad. y agradezco enormemente a mí, por haber tenido la cabeza y el corazón para poder terminar la carrera, pese a las dificultades que tuve en el camino, y agradezco poder estar acá, concluyendo una hermosa etapa y arrancando otra más linda, para seguir aprendiendo y creciendo profesional y personalmente.

Índice

- I. Abreviaturas
- II. Introducción
- III. Objetivos
 - III.1) General
 - III.2) Específicos
- IV. Fundamentación
- V. Marco teórico
 - V.1) Descripción general del dolor lumbar
 - V.2) Epidemiología
 - V.3) Evaluación clínica
 - V.4) Exploración física
 - V.5) Estrategias de tratamiento
 - V.5 A) Tratamiento Fisioterápico
 - V.5 B) Escuela de Espalda
 - V.5 C) Rehabilitación biopsicosocial multidisciplinaria
 - V.6) Entrenamiento de fuerza central
 - V.7) Intensidad, adaptación y fuerza
 - V.8) Concepto de fuerza y los tipos de fuerza
 - V.9) Desarrollo de la fuerza según el nivel inicial, la calidad, el volumen y la frecuencia de entrenamiento
 - V.10) Entrenamiento de fuerza dinámico o auxotónico y estático o isométrico
 - V.11) Ejercicios de control motor
- VI. Estrategia metodológica
- VII. Contexto de análisis

- VIII. Resultados
- IX. Conclusión
- X. Bibliografía

I. Abreviaturas

DLC: Dolor Lumbar Crónico

AVD: Actividades de la Vida Diaria

AINEs: Medicamentos Antiinflamatorios No Esteroides

WCPT: Confederación Mundial de Fisioterapia

AEF: Asociación Española de Fisioterapeutas

FT: fisioterapia

TENS: Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea

MDR: Rehabilitación Biopsicosocial Multidisciplinaria

KT: Kinesio Taping

TrA: Transverso del Abdomen

LM: Multifido Lumbar

SS: estabilización segmentaria

RA: recto abdominal

OI: abdomen oblicuo interno

OE: abdomen oblicuo externo

ES: Erector de la Columna

AEDI: Adaptaciones Específicas a las Demandas Impuestas

RM: Repetición Máxima

RFD: Tasa de Desarrollo de la Fuerza

CLBP (por sus siglas en inglés): Dolor Lumbar Crónico

PBU: Biorretroalimentación Perineal Biofeedback Unit

NPRS (por sus siglas en inglés): Escala Numérica de Calificación del Dolor

LMC (por sus siglas en inglés): ejercicio de control motor de baja carga

HLL (por sus siglas en inglés): ejercicio de levantamiento de alta carga

PSFS (por sus siglas en inglés): Escala Funcional Específica del Paciente

EVA: Escala Visual Analógica

CVM: Contracción Voluntaria Máxima

MODI: Discapacidad de Oswestry Modificado

NPRS (por sus siglas en inglés): Puntuación Numérica de Calificación del Dolor

VO₂ máx.: consumo máximo de oxígeno

CNSLBP: dolor lumbar crónico no específico

FCSA: área de sección transversal funcional

ODI: Discapacidad de Oswestry

BS: Biering-Sorensen

II. Introducción

La población con lumbalgia es una de las más afectadas a nivel mundial, dicha condición está caracterizada por afectar a hombres y mujeres de todas las edades y generar altos niveles de limitaciones funcionales, laborales y sociales. El dolor lumbar crónico es una afección musculoesquelética que dura 12 semanas o más, se localiza en la espalda baja, debajo del margen costal y por encima de los pliegues glúteos, con o sin irradiación a los miembros inferiores. Pese a que la mayoría de los episodios de dolor son de corta duración, el 33% de los casos acontecen durante el primer año, transformándose así en una condición crónica. ^(1,2)

La prevalencia se orienta aproximadamente en un 20% con una tasa de recurrencia del 80%. Indistintamente del tratamiento que se realice, los pacientes se recuperan dentro de las 6 semanas, sin embargo, entre el 5 y 15% desarrollará dolor lumbar crónico (DLC). Un porcentaje reducido de estos pacientes son diagnosticados con una patología específica que está detrás. ^(2,3)

Esta afección está caracterizada por dolor de tipo fluctuante y un alto nivel de discapacidad funcional, que en consecuencia trae un gran impacto en las actividades de la vida diaria (AVD), el ámbito laboral y las interacciones sociales dando como resultado una mala calidad de vida. Aunque existen diversos factores etiológicos, el primer desarrollo del dolor está relacionado con una reducción de la fuerza/resistencia de la extensión lumbar y la fatigabilidad excesiva de los extensores lumbares en esta población. ⁽³⁾

Como terapias de intervención se incluyen; educación o terapia cognitiva, terapia manual, ejercicios de estiramiento y elongación, como el yoga, ejercicios de estabilización y ejercicios de fortalecimiento. Los objetivos principales de tratamiento son la reducción del dolor con el fin de favorecer al paciente en las AVD y prevenir así, la discapacidad. El tratamiento debe estar basado en la evidencia científica y en la práctica, siempre abordado de forma individualizada y personalizada para el paciente. ^(3,4)

Existen diversas modalidades terapéuticas para el DLC que combinan diferentes tipos de estrategias y/o intervenciones. Es interés de este trabajo responder al siguiente interrogante; ¿Cuáles son los resultados de la intervención kinésica a través del entrenamiento de fuerza en pacientes con DLC?

III. Objetivo

III. 1. Objetivo general

Conocer la eficacia de la intervención kinésica a través del entrenamiento de fuerza, en pacientes con dolor lumbar crónico.

III. 2. Objetivos específicos

- Caracterizar las modalidades de intervención a través del entrenamiento de fuerza.
- Explorar acerca de los tipos de entrenamiento de fuerza.
- Establecer interacciones entre esta modalidad de trabajo y otras con las que puede complementarse.
- Especificar los programas de intervención convencionales para el dolor lumbar crónico.
- Describir los efectos del fortalecimiento muscular en los pacientes con dolor lumbar crónico.

IV. Justificación de la propuesta de investigación

A través del presente trabajo se buscará ampliar el conocimiento acerca de la intervención kinésica para la población que padece dolor lumbar crónico y brindar herramientas de trabajo basadas en el uso de la fuerza de manera progresiva. Por último, como consecuencia del robustecimiento del conocimiento en relación con esta modalidad de tratamiento, se intentará expandir estos aportes al campo de la práctica clínica de la kinesiología.

V. Marco teórico

V.1) Descripción general del dolor lumbar

La lumbalgia representa un síntoma, no una condición específica o enfermedad, puede surgir por diversas anormalidades o afecciones, ya sean identificadas o aún no diagnosticadas. Identificar una causa concreta del dolor lumbar es poco común; es por ello que la mayoría de los dolores lumbares se catalogan como inespecíficos. Sin embargo, según el abordaje actual en salud, más bien conocido como el modelo biopsicosocial, se deben evaluar tres factores etiológicos principales; los biológicos representando a las estructuras que conforman a la columna. Por otro lado, los factores sociales donde sobresalen especialmente las condiciones laborales desfavorables, las cuales pueden dar lugar a varios elementos que podrían resultar perjudiciales, como problemas de postura, movimientos

inadecuados y esfuerzos excesivos, entre otros. Y por último los factores psicológicos donde se identifican diversas respuestas emocionales vinculadas al dolor crónico, como la angustia, síntomas depresivos, ansiedad o manifestaciones de ira. ^(5,3)

El dolor se ubica entre los márgenes de las costillas y los pliegues glúteos, y puede ir acompañado de dolor en miembros inferiores cuando está relacionado con sintomatología neurológica. ⁽⁶⁾

Se pueden diferenciar así tres zonas, dolor lumbosacro axial, dolor radicular y dolor referido. El lumbosacro axial se caracteriza por el dolor en zona lumbar y sacra, específicamente en la región de las vértebras L1-L5 para la columna lumbar y unión sacrococcígea (S1) para la columna sacra. El dolor radicular es el que se extiende a través de una extremidad debido a la irritación del nervio o ganglio de la raíz dorsal siguiendo la trayectoria del dermatoma. El dolor referido sin embargo se difunde a una región alejada siguiendo una ruta que no coincide con la distribución del dermatoma. ⁽⁶⁾

Además de clasificarse según la ubicación, el dolor lumbar puede dividirse según su duración en agudo (menos de 6 semanas), subagudo (entre 6 y 12 semanas) y crónico (más de 12 semanas). El tratamiento para los pacientes agudos y subagudos diverge del paciente crónico. En el enfoque convencional de intervención, los pacientes con dolores agudos y subagudos son inicialmente evaluados en busca de 'señales de alerta', indicativas de afecciones más serias que requieran una evaluación adicional. ⁽⁶⁾

Se pueden encontrar causas patológicas específicas del dolor lumbar, fracturas vertebrales, neoplasias malignas, infecciones o afecciones inflamatorias como la espondiloartritis axial, síndrome de cola de caballo. Cada una de estas exigen identificación y tratamiento enfocado en su causa específica, aunque representan una minoría de los casos. ^(5,6)

La lumbalgia tiene diversos desencadenantes, que incluye aquellos elementos que rodean la médula espinal; disco intervertebral, ligamentos, nervios y músculos. Una sobredistensión de un músculo lumbar provoca un daño en fibras musculares lo que da como resultado un estímulo doloroso. De manera similar una sobre tensión en los ligamentos puede desencadenar a esguinces lumbares y dolor asociado. La compresión de la raíz nerviosa generalmente es causada por una hernia de disco lumbar, lo que provoca una sensación dolorosa y punzante. ⁽⁷⁾

Por lo tanto, de acuerdo a la presencia o ausencia de afectación de las raíces nerviosas, la fisiopatología será diferente dando origen a un dolor lumbar musculoesquelético o a un dolor lumbar neurológico. El dolor lumbar musculoesquelético suele ser de causa inespecífica y los posibles procesos implican cambios degenerativos en la columna y lesiones de las estructuras locales de la médula espinal. Afecciones como la artropatía de las articulaciones sacroilíaca y facetaria pueden desencadenar el dolor lumbar, actividades que aumentan la tensión como levantar objetos pesados en forma incorrecta puede provocar rotura de las fibras musculares o los tendones y

así dar como resultado el dolor. Por otro lado, los movimientos repetitivos o el exceso de uso de los músculos espinales, sobre todo aquellos poco entrenados, pueden desencadenar dolor y espasmos por una mayor actividad metabólica y acumulación de ácido láctico. ⁽⁸⁾

Con anterioridad se ha mencionado que la compresión de la raíz nerviosa por lo general es causada por una hernia de disco, que da como resultado el dolor radicular o neurológico. Cabe destacar que la producción del dolor se da cuando “la porción herniada entra en contacto con el revestimiento dural de la raíz del nervio espinal o con el ligamento longitudinal posterior”. En individuos de mayor edad, la raíz nerviosa suele ser influenciada por otros cambios degenerativos propios de la columna relacionados con el envejecimiento. Estos abarcan la hipertrofia ligamentosa, la formación de osteofitos, la artropatía de las articulaciones facetarias y la reducción del tamaño de los agujeros neurales, aunque la presencia de hernia discal también puede tener un papel relevante. Otra afección que también puede provocar los cambios degenerativos es la estenosis del canal central y la compresión de las raíces nerviosas por pinzamiento directo, esta es de progresión lenta y es una de las causas más comunes de cirugía en pacientes mayores. ⁽⁸⁾

V.2) Epidemiología

Existe una amplia variabilidad en la prevalencia del DLC y esto se atribuye al aumento de las tasas de discapacidad y los costos asociados a la atención médica. La población con mayor riesgo de padecer lumbalgia son aquellas mayores a 30 años, con sobrepeso u obesidad, con un índice de masa corporal igual o superior a 30kg/m², embarazadas, personas sedentarias o que tengan otros factores psicosociales como el estrés, la ansiedad o la depresión. ⁽⁷⁾

Entre el 2% y el 7% de las personas que sufren de dolor lumbar agudo desarrollan dolor crónico en etapas posteriores. Algunas investigaciones indican que aproximadamente del 15% al 45% de la población se ve afectada por dolor lumbar crónico que persiste por más de 3 meses. Se evidencia una mayor prevalencia del DLC en individuos con menos ingresos y menor escolaridad, mujeres y fumadores. ^(7,9)

La creciente dependencia de dispositivos electrónicos como la computadora tanto en el ámbito laboral como en el hogar, ha contribuido al sedentarismo, el cual es un factor de riesgo para el desarrollo de DLC y agudo debido a la debilidad muscular. Otro factor de riesgo ya mencionado es la obesidad, ya que la sobrecarga de las estructuras articulares de la columna lumbosacra, volviéndose más susceptibles a la degeneración. ⁽⁹⁾

La mayor incidencia de DLC en individuos con ingresos más bajos y menor nivel educativo puede estar asociada con condiciones de vida y empleo desfavorables, que los llevan a desempeñar trabajos con un mayor riesgo para la columna lumbar. ⁽⁹⁾

El incremento en la prevalencia de DLC en personas de 30 a 60 años podría también estar asociado con las exigencias laborales y domésticas que someten a sobrecarga la zona lumbar, además del proceso degenerativo articular que se manifiesta a partir de los 30 años de edad. ⁽⁹⁾

La mayor incidencia de dolor lumbar crónico entre los fumadores se atribuye a los efectos sistémicos de la nicotina en las articulaciones de la columna que incluyen; la aceleración del proceso de degeneración articular y un aumento en la transmisión de impulsos dolorosos en el sistema nervioso central. Por último, la prevalencia en mujeres podría estar relacionada con las cargas musculoesqueléticas a las que las mujeres están expuestas debido al embarazo y cuidado de los niños. ⁽⁹⁾

V.3) Evaluación clínica del dolor lumbar

La historia clínica debe estar enfocada en 3 aspectos principales, la descripción del dolor correspondiente a la duración, ubicación, gravedad, desencadenantes y factores de alivio; la presencia de síntomas neurológicos e identificación de señales de alerta, esto puede indicar la presencia de patología espinal grave o enfermedad sistémica lo cual requiere urgente intervención. Establecer si la duración es aguda o crónica contribuye a establecer un marco el cual facilite la identificación de evaluaciones y tratamientos complementarios. ⁽⁸⁾

En el caso de los pacientes con dolor lumbar agudo, ya sea musculoesquelético donde mejoran de manera espontánea en 2 a 4 semanas o con síntomas de dolor radicular donde siguen un curso más extenso de hasta 6 a 8 semanas, no es necesario realizar estudios complementarios sin presencia de señales de alerta o banderas rojas. Aquellos pacientes con dolor lumbar crónico tampoco suelen requerirlos, sin embargo, se debe realizar una exhaustiva anamnesis para evaluar algún síntoma reciente que sugiere un nuevo trastorno. ⁽⁸⁾

La ubicación del dolor en el caso del musculoesquelético suele ser descrito como una molestia profunda y difusa que se concentra principalmente en el centro de la parte baja de la espalda, la afección radicular sin embargo suele describirse como un dolor ardiente que se irradia hacia uno o ambos miembros inferiores en una distribución dermatomal. La gravedad del dolor se debe examinar de forma diaria y varía en gran medida de muchos factores como los sociales, culturales, biofísicos y psicológicos; y pueden contribuir al dolor lumbar incapacitante. ^(5,8)

Existen factores que son desencadenantes y exacerbaban o alivian del dolor, estos corresponden a los cambios de posición, la mayor parte de los pacientes con lumbalgia musculoesquelética y radicular indican que la sintomatología empeora al sentarse y mejoran al ponerse de pie por un corto periodo de tiempo o al acostarse en decúbito supino. En otros pacientes en cambio puede suceder lo contrario y esto se relaciona directamente con la afección de las articulaciones facetarias, estenosis

espinal, osteoartritis o distensión muscular. Por otra parte, aquel dolor persistente en todas las posiciones puede indicar malignidad o infección y requiere de un estudio diagnóstico adicional. ⁽⁸⁾

En los pacientes con afectación neurológica, además del dolor radicular, algunos pueden presentar debilidad en uno o ambos miembros inferiores, la afectación de la raíz nerviosa L5 por ejemplo se puede presentar como “pie caído” correspondiente a la dificultad en levantar la parte frontal del pie. Otros signos neurológicos pueden reportarse como hormigueo, entumecimiento, descargas eléctricas o sensación de frío. La claudicación neurogénica suele presentarse en la estenosis espinal lumbar y se caracteriza por dolor, calambres o debilidad irradiada en una o ambas piernas, suelen empeorar al caminar y se alivian con reposo o a la flexión de la columna hacia adelante donde se produce aumento del canal espinal. ⁽⁸⁾

Las banderas rojas o señales de alerta relacionadas con trastornos como compresión de la cola de caballo, cáncer o infección vertebral son cruciales al evaluar a pacientes con dolor lumbar. Cambios en el funcionamiento de intestinos o vejiga, así como déficits sensoriales y motores severos y de progresión rápida exigen exámenes complementarios urgente e intervención quirúrgica en la mayoría de los casos. Síntomas como pérdida de peso progresiva y reciente, dolor nocturno más intenso y la incapacidad para encontrar alivio en reposo o al acostarse en decúbito supino son señales que frecuentemente aparecen en pacientes con tumores espinales o metástasis. Es de suma importancia identificar cualquier historia de lesión traumática reciente o significativa y comprender el mecanismo de lesión para poder abordar la posible inestabilidad o fractura de los ligamentos. Por último, la consideración de factores psicosociales, reclamaciones de compensación laboral y el posible abuso de sustancias puede resultar valiosa también para anticipar el curso hacia una condición crónica. ^(6,8)

V.4) Exploración física

La evaluación física forma una parte esencial en el paciente con lumbalgia y proporciona información relevante como signos vitales, capacidad de movilidad, si utiliza dispositivos de asistencia, como es su desplazamiento y marcha, la apariencia física, comportamiento, estado de la piel, estado de ánimo, capacidad de juicio y proceso cognitivo, entre otros. Además, es crucial llevar a cabo una evaluación neurológica que incluya la evaluación de la fuerza motora en la cadena posterior y las extremidades inferiores, la sensibilidad, así como pruebas de reflejos tendinosos profundos y reflejos de las neuronas motoras superiores, esto ayudará a decretar la presencia de enfermedad radicular y localización de la lesión y/o descartar o confirmar causas más específicas del dolor lumbar. ⁽⁶⁾

Otros aspectos de la evaluación física incluyen; la inspección de la columna toracolumbar y la palpación, rango de movimiento y pruebas específicas. Al realizar la inspección, se debe observar el dorso del paciente buscando zonas enrojecidas o alguna señal cutánea anormal, ya que puede indicar signos de infección u otra alteración. Otras señales cutáneas como lipomas, manchas por vello, manchas marrones o por nacimiento generalmente señalan posibles alteraciones neurológicas u óseas subyacentes. La presencia de lipomas grasos palpables en la zona baja de la espalda puede indicar existencia de espina bífida, correspondiente a la falta de unión del arco vertebral en la apófisis espinosa, o bien, lipomas que se asemejan a pesas de gimnasio y se extienden hacia la cola de caballo a través de un defecto óseo. La presencia de una región con vellosidad inusual en la parte posterior puede ser indicio de algún defecto óseo en la columna, como la diastematomielia, que consiste en una malformación raquimedular separando las mitades laterales de la columna vertebral, normalmente por debajo de la quinta vértebra dorsal. Si la zona con vello está acompañada de un lipoma, conocido como 'barba de fauno', podría tratarse de una patología ósea subyacente. ^(6,10)

La presencia de pequeñas protuberancias en la piel o tumores pediculados cutáneos suele indicar la existencia de neurofibromatosis, a menudo acompañada de alteraciones secundarias en la piel. Los neurofibromas, al igual que los lipomas, pueden estar localizados dentro de la médula espinal y las raíces nerviosas. Es importante investigar las manchas de nacimiento, ya que también podrían sugerir la presencia de una patología ósea subyacente, como la espina bífida. ⁽¹⁰⁾

Al evaluar la piel es de suma importancia, además, la palpación de las apófisis espinosas, ya que pueden revelar dolor localizado el cual suele corresponder a tumores epidurales, abscesos y fracturas por compresión vertebral. La sensibilidad en la región paraespinal puede observarse en pacientes con artropatía facetaria y la detección de alodinia o hiperalgesia indican dolor neuropático. ⁽⁶⁾

Por otra parte, obtendremos información sobre alineación y postura, prestando especial atención a posibles cifosis, lordosis o escoliosis anómalas. En el caso de pacientes con estenosis espinal lumbar, es común observar una inclinación hacia adelante del tronco al caminar, conocida como el 'signo del carrito de compras'. Esta acción se realiza para aumentar el espacio en el canal espinal y reducir la presión. Por otra parte, en aquellos con debilidad en la abducción de la cadera, ya sea por compresión de la raíz nerviosa L5 o por problemas en la cadera misma, puede notarse una marcha de Trendelenburg. Esta marcha se caracteriza por una pelvis más baja en el lado no afectado debido a una compensación, donde el paciente coloca más peso en la pierna opuesta mientras avanza con la pierna afectada. Cabe destacar también la evaluación de la marcha estresada donde se indica al paciente caminar en punta de pies y con los talones, esto nos puede dar debilidad de los gemelos (S1) en el caso de incapacidad de caminar en puntas o indicar debilidad del tibial anterior o pie caído (L5) en el caso de dificultad para caminar con el talón. ^(6,8)

El dolor asociado con el rango de movimiento o las limitaciones brinda detalles adicionales sobre el tipo de lumbalgia. En condiciones normales la columna toracolumbar tiene una flexión de 90°, una extensión de 30°, una rotación de 60° y una inclinación lateral de 25°. El dolor inducido por la rotación lateral y la extensión suele indicar la presencia de una artropatía facetaria. Por otro lado, el dolor provocado por la flexión anterior puede sugerir una afección discal o estar relacionada con el cuerpo vertebral, ya que la flexión de la columna lumbar genera una carga axial. No obstante, es importante tener en cuenta que el dolor durante el movimiento no es específico y puede estar relacionado con otras causas. ⁽⁶⁾

El examen físico también involucra una serie de pruebas para identificar trastornos particulares entre las cuales encontramos la prueba de Patrick donde se evalúa la patología sacroilíaca y de la cadera asociadas con el dolor lumbar. Colocando al paciente en posición supina, el profesional realiza movimientos pasivos de flexión, abducción y rotación externa de la cadera. El dolor localizado en el área de la ingle sugiere una posible patología de la cadera, mientras que la incomodidad en la espalda apunta hacia una posible patología de la articulación sacroilíaca. ⁽⁶⁾

La prueba de elevación de la pierna extendida, por otra parte, es positiva cuando genera dolor en la zona posterior del muslo y/o pierna; y así se determina que existe afectación de raíces nerviosas lumbares o de los músculos isquiotibiales. La prueba se realiza con el paciente en decúbito supino, el profesional eleva la pierna extendida con toma por el talón y fijación en la rodilla. Si la elevación es dolorosa se debe establecer si la causa es por problemas del nervio ciático o por tensión de los músculos posteriores. El dolor ciático puede extenderse en toda la pierna y el dolor de tendones de los músculos en cuestión, solo abarca la zona posterior del muslo. El resultado de la prueba positiva indica una posible compresión a nivel de L5 o S1, y esto se comprueba cuando los síntomas radiculares empeoran o bien se presentan en el momento en que la pierna alcanza un ángulo de aproximadamente entre 30 y 70 grados. Existe la prueba de elevación de la pierna extendida cruzada más específica para hernia discal. El dolor se produce cuando se eleva la pierna contralateral (no afectada) con la rodilla extendida. ^(6,10)

Existe otro test conocido como el signo de Bragard que consiste en una variación de la prueba de elevación de la pierna extendida. Al igual que la anterior, se realiza con el paciente en decúbito supino, el examinador flexiona la articulación del pie del paciente antes de elevar la pierna extendida. En esta posición aumenta la tensión de la raíz nerviosa y al elevar el miembro provoca que el dolor empeore. ⁽⁶⁾

Por otra parte, se encuentra la prueba de estiramiento femoral que puede indicar compresión de las raíces L2 a L4. Se realiza con el paciente en decúbito prono, el profesional extiende la pierna afectada y realiza flexión de rodilla de éste; la prueba es positiva si indica dolor en la parte anterior del muslo. ⁽⁶⁾

V.5) Estrategias de tratamiento

Existen múltiples desencadenantes de lumbalgia como se ya se ha mencionado, por lo que el tratamiento para el DLC va a variar, de persona a persona, de patología o no asociada, de los tratamientos y respuestas anteriores; y de una evaluación de los factores psicosociales contribuyentes. Es por esto que la forma de abordaje para el DLC debe ser a partir de la medicina basada en la evidencia, con el propósito de reducir los gastos generales; tanto económico como humano para el sistema de salud y el paciente. ^(7,11)

Los métodos de atención adecuados abarcan terapias farmacológicas, psicológicas y físicas, así como también programas de rehabilitación. Además, contemplan enfoques de medicina alternativa y complementaria, junto con métodos percutáneos mínimamente invasivos. El abordaje integral del DLC requiere un enfoque multidisciplinario debido a los diversos modos en los que actúa, como también fundamentalmente proveer educación al paciente. ⁽⁷⁾

Como primera medida de intervención ante el episodio de lumbalgia se encuentran: el reposo, la detención de la actividad desencadenante de dicho dolor y un breve ciclo de medicamentos. Dentro del tratamiento farmacológico, los AINEs (Medicamentos Antiinflamatorios No Esteroides), el paracetamol, el tramadol, los relajantes musculares, antidepresivos y opioides son frecuentemente utilizados en el tratamiento tanto agudo como crónico. Sin embargo, se debe destacar que el uso de AINEs y paracetamol son eficaces del alivio del dolor a corto plazo; y se debe advertir sus efectos secundarios sistémicos renales, cardiovasculares y gastrointestinales, además de la recomendación del uso de la dosis efectiva más baja durante el menor tiempo posible. ^(6,7)

El uso prolongado de opioides en el tratamiento del DLC es efectivo para esta población, los pacientes experimentan mejoras funcionales mínimas y una analgesia limitada, sin embargo, enfrentan el riesgo de padecer efectos adversos como; la depresión del sistema nervioso central, el estreñimiento, el desarrollo de tolerancia y comportamientos anómalos. ⁽⁶⁾

Al tratarse de un enfoque multidisciplinario debemos destacar la intervención psicológica como parte integral del tratamiento para el DLC. Estos aspectos son evaluados con el fin de considerar su implementación durante el curso del tratamiento del paciente como además es crucial considerar los factores psicosociales y motivacionales y lograr eficacia analgésica y reducción de la discapacidad. Dentro de dichas intervenciones se encuentran, la terapia cognitivo-conductual (TCC), la relajación progresiva y la biorretroalimentación. ⁽⁶⁾

La terapia manual como una rama especializada de la fisioterapia, es la intervención orientada al abordaje del dolor neuromuscular. Entre las diversas técnicas se encuentran la movilización de Maitland, la movilización de Kaltenborn, la técnica de Mulligan, la liberación activa, entre otras. ⁽¹¹⁾

La técnica Mulligan en terapia manual sugiere que tanto la artrocinemática como la osteocinemática de la articulación pueden restaurarse mediante movilizaciones con movimiento. Esta técnica aborda la posibilidad de que algunos problemas no puedan corregirse únicamente con movilizaciones en posición estática. Según Mulligan, ciertas desalineaciones articulares pueden surgir debido a lesiones o al uso prolongado, lo que resulta en dolor y limitación del rango de movimiento. Su enfoque busca corregir estas desalineaciones mediante movilizaciones con movimiento, ayudando así a restaurar la función articular. ⁽¹¹⁾

Según la teoría de Mulligan, el dolor surge por un defecto posicional de la articulación que causa restricción; estos fallos posturales resultan en una alteración biomecánica que a su vez desencadena el dolor. La movilización se realiza aplicando un deslizamiento apofisario natural sostenido a la columna, combinado con movimiento de las extremidades. Se produce un movimiento pasivo a las apófisis espinosas y transversas, mientras se guía al paciente a realizar movimientos como flexión y extensión. Uno de los principios clave de la movilización de Mulligan es que el movimiento debe ser indoloro. Y resulta ser uno de los mejores enfoques de tratamiento en comparación con otras técnicas de terapia manual para disminuir el DLC. ⁽¹¹⁾

Como terapia alternativa en los programas de rehabilitación también se encuentra la hidroterapia, que puede ser eficaz sobre el dolor lumbar ya que el agua con sus propiedades de viscosidad, tensión superficial, presión hidrostática y flotabilidad colabora en estirar y fortalecer los músculos. ⁽¹¹⁾

V.5 A) Tratamiento fisioterápico

La fisioterapia, según la definición de la Confederación Mundial de Fisioterapia (WCPT) y la Asociación Española de Fisioterapeutas (AEF) en 1987, consiste en el empleo de métodos, acciones y técnicas que, mediante la aplicación de recursos físicos, buscan curar, prevenir, recuperar y adaptar a personas con disfunciones somáticas o que desean mantener un óptimo estado de salud. ⁽¹²⁾

La práctica de la fisioterapia (FT) abarca la realización de pruebas manuales y/o eléctricas por parte del fisioterapeuta, ya sea de manera individual o como parte de un equipo multidisciplinario. Estas pruebas tienen como objetivo evaluar el nivel de afectación de la fuerza muscular y la inervación, así como la capacidad funcional, la amplitud del movimiento articular y las mediciones de la capacidad vital. Todo ello se centra en la valoración y diagnóstico fisioterapéutico, siendo el primer paso antes de cualquier intervención fisioterapéutica. Además, se emplean ayudas diagnósticas para monitorear la evolución de los pacientes. ⁽¹²⁾

La FT busca promover, mantener, restaurar y potenciar la salud de las personas con el fin de mejorar su calidad de vida y facilitar su reintegración social. Los enfoques más comunes de

fisioterapia convencional incluyen la masoterapia, termoterapia, electroterapia, vendaje neuromuscular propioceptivo, movilizaciones y manipulaciones articulares, así como ejercicios específicos. ⁽¹²⁾

La masoterapia es una técnica terapéutica que utiliza el masaje con el objetivo de relajar los músculos y reducir el dolor. La termoterapia por otro lado consiste en la aplicación local de calor a temperaturas de 34°C o más. El calor provoca una dilatación refleja y la liberación de histamina, lo que aumenta la permeabilidad capilar. Este efecto inmediato del calor es la reducción del número de impulsos nerviosos, lo que conduce a una disminución del tono muscular. Además, se produce una hiperestimulación de las terminaciones nerviosas libres, lo que eleva el umbral del dolor. Se puede aplicar mediante bolsas de agua caliente o lámparas de infrarrojos. ⁽¹²⁾

La electroterapia por otra parte se refiere a la aplicación de corriente eléctrica utilizando diferentes tipos de corrientes analgésicas como la Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea (TENS), interferenciales u onda corta. Estas corrientes actúan sobre la transmisión de las señales de dolor, reduciendo la percepción del mismo y cada una tiene un método específico de aplicación. La movilización articular es un método que implica estimular los receptores sensitivos para reducir la sensación de dolor mediante mecanismos neurológicos naturales. Consiste en realizar movimientos y estiramientos de las estructuras afectadas para mantener o mejorar la movilidad articular en la zona específica. ⁽¹²⁾

La manipulación y los tratamientos manuales han ganado popularidad en fisioterapia y consiste en aplicar fuerzas controladas que exceden la amplitud fisiológica de movimiento de la articulación, lo que contribuye a romper adherencias. Este enfoque, según este estudio, resulta especialmente eficaz en pacientes con dolor lumbar agudo y crónico. El vendaje neuromuscular propioceptivo es otro método que consiste en la aplicación de un vendaje en la región afectada con el fin de normalizar la función muscular, aumentar el flujo linfático y vascular, y reducir el dolor. Hay varios métodos de aplicación, como la colocación de tiras paralelas a la columna en la musculatura paravertebral o en forma de estrella en los puntos más doloridos para tratar la lumbalgia. ⁽¹²⁾

Por último los programas de ejercicios terapéuticos, estos consisten en ejercicios específicamente diseñados y recetados por un fisioterapeuta para mejorar las capacidades funcionales y físicas, prevenir la discapacidad y promover un mejor estado de salud, bienestar y condición física general. Esto puede incluir la participación en programas como la Escuela de Espalda, donde se proporciona educación al paciente a través de clases grupales. Durante estas sesiones, se enseñan al paciente ejercicios para realizar en casa y se hace especial hincapié en la ergonomía durante las AVD. ⁽¹²⁾

Existen numerosas técnicas fisioterapéuticas para abordar el dolor, y la selección de una u otra dependerá de los efectos específicos de cada una, así como de la decisión del fisioterapeuta. La combinación de varias técnicas suele proporcionar resultados más efectivos. La fisioterapia puede

ser una opción tanto como tratamiento único para el dolor como en combinación con otros enfoques terapéuticos. ⁽¹²⁾

V.5 B) Escuela de espalda

Existe un enfoque de tratamiento multidisciplinario para el dolor lumbar crónico conocido como Escuela de Espalda, que combina ejercicio terapéutico con educación para el paciente. La evidencia científica ratifica que la Escuela de Espalda ha demostrado ser efectiva para mejorar la calidad de vida al reducir la discapacidad y mejorar el bienestar mental en pacientes con dolor lumbar crónico. La primera Escuela de Espalda fue establecida en Suiza en 1969 por Zachrisson Forsell. El objetivo que establece es la disminución del dolor y evitar la recurrencia del dolor lumbar. ⁽¹²⁾

En las sesiones, se proporciona información detallada sobre anatomía, biomecánica, postura óptima, ergonomía y ejercicios específicos para la espalda. El objetivo es que el paciente comprenda que su dolencia es un proceso manejable y benigno, y aprenda a controlar su dolor. La Escuela de Espalda se ha integrado de manera gradual y exitosa en programas terapéuticos multidisciplinarios para el manejo del dolor lumbar crónico en numerosos países. ⁽¹²⁾

El éxito del tratamiento, medido en términos de adherencia terapéutica, depende en gran medida de la voluntad del paciente para seguir las pautas recibidas y aprendidas. La falta de adherencia puede obstaculizar la manifestación de los efectos beneficiosos de los ejercicios prescritos. Por ello, se sugiere que los programas sean supervisados y adaptados individualmente, incorporando elementos de motivación y control para el paciente. ⁽¹²⁾

Las Escuelas de Espalda deben abordar no sólo los aspectos físicos, sino también los psicosociales del paciente, dado que la erradicación completa de los síntomas del dolor lumbar crónico es poco probable, los objetivos del tratamiento se centran en reducir los síntomas, mejorar la función y facilitar la reintegración del paciente a sus actividades diarias y laborales, al tiempo que se minimiza el uso innecesario de recursos sanitarios. Es esencial considerar los factores psicosociales para una evaluación pronóstica adecuada antes del tratamiento, lo que permite una rehabilitación activa y exitosa. Por medio de la evidencia se ha podido probar que el dolor no siempre surge como resultado directo de un daño físico en los tejidos, sino que factores psicológicos y emocionales también pueden desempeñar un papel significativo en la prolongación de los síntomas. ⁽¹²⁾

Es crucial comprender la neurofisiología del dolor en el sistema nervioso central y sus repercusiones en el individuo, como la sensibilización del sistema nervioso y las alteraciones cognitivas, sensoriales y motoras. Estos cambios pueden dar lugar a modificaciones funcionales y estructurales en la corteza cerebral y otras regiones encefálicas. Por lo tanto, el abordaje terapéutico de estos pacientes debe integrar un enfoque biopsicosocial, incluyendo sesiones educativas sobre la

neurobiología del dolor y su procesamiento en el sistema nervioso central. Los objetivos incluirán la reducción del dolor y el miedo al movimiento, además de considerar los aspectos biológicos y cognitivos, con el fin de transformar la percepción del dolor y su gestión. ⁽¹²⁾

V.5 C) Rehabilitación biopsicosocial multidisciplinaria

Se reconoce que la Rehabilitación Biopsicosocial Multidisciplinaria (MDR) que incluye ejercicio es la más efectiva para el DLC como método para el aumento de la funcionalidad y manejo del dolor. Los tipos de abordaje que existen en rehabilitación son diversos, la actividad física se presenta como la opción terapéutica más recomendada para abordar el DLC; ya que está altamente relacionada con la reintegración a las actividades cotidianas y al entorno laboral. ^(3,6)

En el abordaje de pacientes con DLC los objetivos principales incluyen, reducir el dolor de manera efectiva, mantener la actividad física, prevenir la discapacidad y promover la funcionalidad del paciente en sus AVD. ⁽³⁾

Existen distintos enfoques terapéuticos centrados en ejercicios físicos para el abordaje del DLC, entre ellos se destacan los ejercicios de estabilización lumbar, buscando mejorar el control neuromuscular, la fuerza y resistencia de los músculos centrales con el fin de mantener la estabilidad dinámica del tronco. Dichos ejercicios se enfocan especialmente en grupos musculares claves como el transversal del abdomen, el multifido lumbar, entre otros músculos paraespinales contribuyendo simultáneamente al fortalecimiento de la musculatura pélvica y diafragmática. ⁽³⁾

Los ejercicios de flexibilización asimismo son elegidos como tratamiento para el DLC, especialmente a través del Método McKenzie. Este enfoque integral aborda de manera específica a personas con DLC, involucrando la exploración y clasificación en tres síndromes mecánicos distintos, y proponiendo estrategias terapéuticas afines adaptadas a cada caso particular. Según este método se sostiene que modificar las fuerzas mecánicas sobre el disco intervertebral puede generar un aumento o disminución del dolor, dando lugar a la periferización o centralización de los síntomas. Esto se logra mediante movimientos repetitivos en el plano sagital, abordando así las alteraciones específicas según el tipo de síndrome mecánico. Otra terapia alternativa es la terapia manual, un campo extensamente investigado para esta condición, empleando técnicas tanto activas como pasivas con el propósito de aliviar el dolor, mejorar la movilidad, fortalecer el control motor y la función y, en consecuencia, disminuir la discapacidad. ⁽³⁾

Se emplean diversos tipos de ejercicios en el tratamiento del DLC, incluyendo entrenamiento de fuerza y aeróbico en tierra o en agua, así como ejercicios específicos como los de control motor, ejercicios con cabestrillo, pilates, yoga y ejercicios chinos tradicionales, como Tai Chi y Qi Gong.

No obstante, no está claro el criterio para la selección de un ejercicio específico para cada paciente que padece DLC. ⁽¹²⁾

El yoga es una práctica terapéutica que combina posturas dinámicas con técnicas de respiración para inducir relajación y meditación. Los ejercicios comparten similitudes con las terapias de elongación, ya que implican la adopción de diversas posturas mantenidas durante cierto tiempo para favorecer la relajación, sincronizando estos movimientos con la respiración. No obstante, la distinción fundamental radica en que el yoga se concibe como una práctica integral que involucra tanto la mente como el cuerpo. Esta terapia alternativa ha sido estudiada y comparada con terapia de fortalecimiento y movilizaciones; las tres muestran resultados positivos en la funcionalidad y alivio del dolor, aunque el yoga se distingue por una mayor adherencia al tratamiento y una reducción del estrés. Por lo tanto, el yoga también tiene impactos positivos en la salud mental de los pacientes. ⁽³⁾

Nos pareció interesante mencionar una alternativa de tratamiento conocida como Kinesio Taping (KT). Los efectos del KT han sido objeto de estudio en diversas condiciones, abarcando desde lesiones musculoesqueléticas en las extremidades inferiores hasta trastornos asociados al latigazo cervical, fascitis plantar y dolor lumbar. Este método se destaca por su costo accesible y su aplicación sencilla y rápida. Según los desarrolladores de esta técnica, el KT puede proporcionar alivio del dolor, reducir la inflamación de los tejidos blandos y relajar la tensión muscular. Esto se logra mediante la adhesión de la cinta en la piel, lo que envía señales al cerebro que promueven una contracción muscular continua y una estabilidad muscular, facilitando la contracción y relajación muscular. Asimismo, el KT también favorece un aumento en el espacio entre la piel y los músculos, lo que resulta en una disminución de la presión y una mejora en la circulación linfática. Este efecto contribuye a reducir el dolor y a mejorar la función muscular. ⁽¹³⁾

El KT fue desarrollado originalmente en Japón por Kenzo Kase en 1973. Estas cintas no contienen látex y su adhesivo es completamente acrílico, activándose con el calor. Además, al estar fabricadas con un 100% de algodón, permiten una rápida evaporación y secado, lo que posibilita su uso incluso durante la ducha o el baño sin necesidad de retirarlas y volver a aplicarlas. El tratamiento por medio de este enfoque terapéutico puede mejorar el control postural en pacientes con DLC mediante diversos mecanismos neuromusculares y propioceptivos. Esto incluye el fomento de la contracción o relajación muscular adecuada en los grupos musculares afectados, así como la mejora del flujo sanguíneo y linfático. Además, ayuda a eliminar líquidos o hemorragias debajo de la piel mediante el movimiento muscular y a aliviar el dolor neuropático. ⁽¹³⁾

Dicho estudio ha corroborado que los efectos fisiológicos del KT son beneficiosos para el tratamiento, la evolución y el pronóstico de pacientes que sufren de lumbalgia crónica. Se confirman los efectos positivos en la reducción de la percepción del dolor, así como en la

disminución de la inflamación y el edema tisular mediante el uso de las técnicas de KT. Estos resultados facilitan una recuperación efectiva y una mejora notable en la evolución del paciente. ⁽¹³⁾

V.6) Entrenamiento de fuerza central

Como se mencionó con anterioridad, los ejercicios de estabilización lumbar, buscan mejorar el control neuromuscular, la fuerza y la resistencia de los músculos centrales, correspondientes al grupo muscular principal para mantener la estabilidad de la columna. El primer grupo muscular engloba a los músculos centrales profundos, conocidos también como músculos estabilizadores locales e incluyen; el transverso del abdomen (TrA), el multifido lumbar (LM), el oblicuo interno y el cuadrado lumbar. El multifido lumbar está directamente vinculado a cada segmento vertebral lumbar, éste junto al transverso del abdomen activan un mecanismo de co-contracción. La contracción abdominal generada durante este proceso proporciona estabilidad segmentaria a la columna vertebral, manteniéndola dentro de la zona neutra. ⁽¹⁴⁾

El segundo grupo muscular corresponden a los músculos estabilizadores globales, el recto abdominal, los oblicuos internos y externos, erector de la columna, cuadrado lumbar y músculos de la cadera. Estos no están directamente adheridos a la columna, sino que establecen conexiones entre la pelvis y las costillas torácicas o las articulaciones de los miembros inferiores. Esta disposición posibilita un control adicional sobre la columna vertebral. Su función principal radica en generar un torque significativo para contrarrestar las fuerzas externas que afectan la columna. En consecuencia, este grupo muscular asume una responsabilidad secundaria en el mantenimiento de la estabilidad de la columna. Cuando los músculos centrales operan de manera óptima, son capaces de preservar la estabilidad segmentaria, salvaguardar la integridad de la columna vertebral y disminuir la carga de estrés sobre las vértebras lumbares y los discos intervertebrales. ⁽¹⁴⁾

El entrenamiento de la musculatura central entonces, se enfoca en fortalecer los músculos profundos del tronco. A pesar de que existen diversas estrategias de tratamiento, se reconocen cuatro modalidades de entrenamiento de fuerza central; equilibrio del tronco, estabilización, estabilización segmentaria y control motor, como los más frecuentes. ⁽¹⁴⁾

Los ejercicios de equilibrio del tronco tienen como objetivo mejorar la estabilidad al fortalecer los músculos centrales. En el enfoque de estabilización, se destacan las técnicas progresivas de entrenamiento de fuerza central, que abarcan los ejercicios de estabilización en diferentes posiciones como supina, prono, cuadrúpeda, sedestación y bipedestación. Los ejercicios de estabilización segmentaria están dirigidos a fortalecer los diversos músculos profundos del tronco. Por otro lado, los ejercicios de control motor que se sustentan en la teoría del control motor, buscando mejorar la coordinación y el control de los movimientos. ⁽¹⁴⁾

A continuación, cabe mencionar con más precisión cómo se establecieron estos cuatro tipos de entrenamiento central encontrados. Por un lado, los ejercicios de equilibrio del tronco que incluyen posturas supino, cuadrupedia, arrodillada y sentada, implican la alternancia entre objetos de apoyo duros y blandos con instrucción para que los pacientes movieran la cabeza o extremidades superiores con los ojos cerrados. Basándose en principios similares, se destacan los ejercicios de estabilización, estabilización segmentaria y control motor para reentrenar el control muscular de los músculos profundos del tronco. Se evidencia la utilización del control motor para enseñar a los pacientes a contraer los músculos, como realizar una maniobra de contracción abdominal al exhalar, mientras gradualmente se aumenta el tiempo de retención de la respiración, manteniendo una respiración normal durante 10 segundos entre tanto se realizan 10 contracciones. Posterior a esto, la realización de ejercicios dinámicos como, por ejemplo; “ejercicio del gato”. El entrenamiento de los músculos poco profundos se manifestó por medio del uso de máquinas y pesas libres a través del entrenamiento de resistencia. ⁽¹⁴⁾

En comparación con el entrenamiento de resistencia tradicional, el entrenamiento de fuerza central es más accesible para los pacientes con DLC además de presentar mayores desafíos. No se necesitan equipos especiales y los pacientes pueden practicarlo de manera independiente en su casa, lo cual es fundamental ya que los programas de ejercicio domiciliario pueden proporcionar beneficios adicionales para aquellos pacientes que estén motivados. A pesar de que el entrenamiento de fuerza central y los ejercicios de equilibrio sean desafiantes, pueden disminuir el dolor y mejorar la incapacidad funcional. ⁽¹⁴⁾

La mayoría de los protocolos utilizan una combinación de diferentes ejercicios y técnicas, lo que hace difícil determinar la eficacia de estrategias específicas de forma aislada. Un estudio comparó la eficacia de aquellos ejercicios de estabilización segmentaria con ejercicios para el fortalecimiento de los músculos abdominales y del tronco y demostró que ambos tratamientos son efectivos para el DLC. ⁽¹⁵⁾

Los ejercicios de estabilización segmentaria, como ya se ha mencionado, se enfocan en ejercitar los músculos, transverso del abdomen (TrA) y multifido lumbar (LM) logrando una adecuada activación de la pared abdominal. Que estos ejercicios sean efectivos puede atribuirse al hecho de que esta técnica se enfoca principalmente en los dos músculos más afectados por el dolor lumbar.

Ambos músculos son esenciales como estabilizadores primarios del segmento lumbar, lo que contribuye a reducir las fuerzas de compresión en las estructuras de la columna vertebral. El TrA desempeña un papel crucial en el soporte y estabilidad de la médula espinal, y su fortalecimiento conlleva una mejora funcional significativa. ⁽¹⁵⁾

Este programa de intervención estudiado tuvo un periodo de 6 semanas, cada sesión con una duración de 30 minutos y supervisadas por el investigador. Se tuvo en cuenta la educación a los

participantes ante, la información acerca de cualquier efecto adverso independientemente de estar relacionado con los ejercicios o no, y la indicación de que ninguno de los dos grupos participara en algún otro programa físico, ni realizar ejercicios en su hogar. En el grupo de estabilización segmentaria (SS), los ejercicios se enfocaron en los músculos TrA y LM siguiendo un protocolo específico; mientras que en el grupo de fortalecimiento superficial los ejercicios se dirigieron al recto abdominal (RA), abdomen oblicuo interno (OI), abdomen oblicuo externo (OE) y erector de la columna (ES). Cada ejercicio se realizó en tres series de 15 repeticiones. ⁽¹⁵⁾

Tanto los ejercicios de estabilización como el programa de fortalecimiento demostraron mejorar efectivamente el dolor y la funcionalidad en individuos con DLC. Sin embargo, se comprueba que la estabilización segmentaria, y no el fortalecimiento, mejoran la capacidad de activación del músculo TrA. Además, se menciona que la mejora en todas las variables fue superior en el grupo de estabilización segmentaria en comparación con el grupo de fortalecimiento. ⁽¹⁵⁾

V.7) Intensidad, Adaptación y Fuerza

En los servicios de atención primaria de salud, las recomendaciones concretas sobre entrenamiento de fuerza para pacientes con DLC son escasas. Los programas de Back-School, que combinan educación y ejercicio, son el enfoque de rehabilitación más común. Aunque se sugiere el ejercicio físico para el DLC, el tratamiento típico en atención primaria carece de pautas específicas de ejercicio respaldadas por evidencia, especialmente en términos de dosis y prescripción. ⁽⁴⁾

La intensidad es una variable importante de entrenamiento, es por esto que debemos estudiarla de manera correcta y así realizar un programa efectivo y apto para el paciente con DLC. Desde una perspectiva objetiva, la intensidad puede hacer referencia tanto a la carga aplicada como al esfuerzo realizado; es decir, qué tan cerca está esa carga del máximo esfuerzo que puedes realizar. Es por esto que cuando hablamos del entrenamiento de fuerza propiamente dicho, pensaremos en; “El Principio de Especificidad”, conocido además como, AEDI “Adaptaciones Específicas a las Demandas Impuestas”. La carga a considerar va a depender de donde esté enfocado nuestro objetivo. ⁽¹⁷⁾

En las consideraciones de la intensidad para la fuerza es importante saber los factores que intervienen en su desarrollo; la masa muscular y otras adaptaciones estructurales, las adaptaciones neuromusculares y los patrones motores. ⁽¹⁷⁾

Por lo general, el ejercicio se clasifica en actividades aeróbicas o de resistencia, y en actividades de potencia o fuerza. El ejercicio de resistencia conlleva a trabajar con una carga relativamente baja durante un periodo prolongado, mientras que el ejercicio de fuerza implica trabajar con una carga relativamente alta durante un periodo corto. No obstante, el ejercicio exclusivamente de resistencia

o de fuerza pura es poco común por lo que la mayoría de las actividades combinan elementos de resistencia y fuerza, y este tipo de entrenamiento se conoce como ejercicio concurrente. ⁽¹⁸⁾

El entrenamiento de fuerza conlleva aumentos en el tamaño muscular, específicamente área de sección transversal, adaptaciones neuronales (producción motora) y mejoras en la fuerza (producción de fuerza máxima). Por lo tanto, este tipo de entrenamiento promueve un incremento en la fuerza y la potencia muscular gracias a la mejora en la actividad neuromuscular. De manera tradicional el entrenamiento de fuerza ha modulado la carga externa y el volumen para mejorar el impulso neuromuscular o el tamaño muscular, mediante el uso de cargas entre el 1RM (repetición máxima) y el 10RM y un volumen de cuatro a doce repeticiones. Por lo general, las adaptaciones al entrenamiento de fuerza se hacen evidentes después de las 8 a 12 semanas. ⁽¹⁸⁾

En términos generales, las personas que se dedican a ejercicios de larga duración tienden a desarrollar un mejor suministro de oxígeno a los músculos y una mayor capacidad de resistencia. Por otro lado, aquellos que optan por trabajar con cargas pesadas suelen obtener músculos más grandes y fuertes. No obstante, ciertas investigaciones han desafiado esta visión tradicional del entrenamiento específico, mostrando que el uso de entrenamiento en intervalos cortos y de alta intensidad puede mejorar la resistencia, mientras que el entrenamiento de resistencia con cargas bajas hasta el fallo muscular puede aumentar tanto el tamaño como la fuerza muscular. ⁽¹⁸⁾

El entrenamiento bilateral, el entrenamiento excéntrico, la aplicación de cargas excéntricas intensas y el entrenamiento de resistencia variable son capaces de generar las adaptaciones más completas en términos de fuerza. Los ejercicios de aislamiento, pliométricos, los que implican el peso corporal y con pesas rusas pueden no ser suficientes por sí solos para producir mejoras significativas en la fuerza máxima. Aunque siguen siendo importantes para el desarrollo de la fuerza ya que expresa fuerza en periodos cortos y requiere la ejecución de distintas habilidades motoras. ⁽¹⁹⁾

Es de interés conocer que ningún método de entrenamiento puede cubrir por sí solo, todas las adaptaciones necesarias para la fuerza y las características asociadas con el tiempo de generación de fuerza. Un programa de entrenamiento que combine cargas elevadas y bajas puede dar origen a las adaptaciones de fuerza esperada, como también apoyar la Tasa de Desarrollo de la Fuerza (RFD) y la potencia. Si bien realizar múltiples series puede brindar beneficios de entrenamiento más prominentes en comparación con una sola serie, es crucial considerar el nivel de entrenamiento del individuo y la relación entre la dosis de entrenamiento aplicada y la respuesta para el desarrollo de la fuerza muscular. ⁽¹⁹⁾

Se ha planteado la sugerencia de que las intensidades de ejercicio utilizadas actualmente en la rehabilitación del DLC podrían ser demasiado bajas o moderadas, lo que posiblemente resultaría en un nivel insuficiente de estímulo y, por ende, podría mitigar los resultados terapéuticos esperados. El entrenamiento de alta intensidad, cardiorrespiratorio, ha mostrado una mayor capacidad de

ejercicio y otros parámetros de salud, como disminución del dolor en pacientes con DLC; sin embargo, los programas de entrenamiento de fuerza no suelen utilizar protocolos de alta intensidad. (20)

Es interesante destacar que la combinación de entrenamiento cardiorrespiratorio y de fuerza de alta intensidad ha demostrado mejorar aún más los resultados en individuos sanos. Es por esto que existe evidencia factible, segura y de buena tolerancia de un programa de entrenamiento interválico cardiorrespiratorio de alta intensidad, combinado con un protocolo general de entrenamiento de fuerza, en personas con DLC. (20)

El entrenamiento de resistencia es otra intervención que ha demostrado ser eficaz en la rehabilitación musculoesquelética mejor aún que el entrenamiento aeróbico, de coordinación, de movilización o de Pilates y puede ser eficaz en pacientes con DLC. (21)

El entrenamiento de fuerza debe seguir un enfoque progresivo de resistencia, empezando con una baja carga y un mayor número de repeticiones, para luego avanzar gradualmente hacia cargas altas con un menor número de repeticiones. Este progreso gradual permite una adaptación segura y efectiva. (7,25)

V.8) Concepto de fuerza y los tipos de fuerza

La precisión del término 'fuerza' solo puede lograrse al considerar las siguientes formas de expresión de la misma: fuerza máxima, fuerza explosiva y fuerza resistencia. La fuerza máxima representa la capacidad máxima del sistema neuromuscular para generar fuerza en una contracción voluntaria máxima. El aumento de la fuerza máxima se logra mediante la aplicación a corto plazo de ejercicios que enfatizan tanto la fase concéntrica como excéntrica de la contracción muscular. En términos energéticos, los fosfatos de alta energía, ATP-PC, (adenosintrifosfato-fosfocreatina) desempeñan un papel crucial en el desarrollo de la fuerza máxima, ya que este proceso ocurre en fracciones de segundo o en unos pocos segundos. Cuando se realiza una carga máxima hasta el agotamiento, se produce rápidamente una acidosis intracelular, lo que resulta en una disminución del rendimiento en actividades submáximas. (26)

La fuerza rápida se refiere a la capacidad del sistema neuromuscular para mover el cuerpo, sus partes; como miembros superiores y miembros inferiores u objetos, como balones, pesas, jabalinas, discos, entre otros, a máxima velocidad. La fuerza rápida puede variar en distintos grados entre las extremidades de una misma persona, por ejemplo, un deportista puede tener movimientos rápidos en los brazos, como un boxeador, pero movimientos más lentos en las piernas. Estos movimientos de fuerza rápida están controlados por programas almacenados en el sistema nervioso central. A mayor carga a superar, mayor es la importancia de la fuerza máxima para la fuerza rápida. (26)

La resistencia de la fuerza es la capacidad del organismo para resistir la fatiga durante esfuerzos prolongados. Los factores que determinan la resistencia de fuerza son la intensidad del estímulo, como porcentaje de la fuerza de contracción máxima, y el volumen del estímulo referente al total de repeticiones. ⁽²⁶⁾

V.9) Desarrollo de la fuerza según el nivel inicial, la calidad, el volumen y la frecuencia de entrenamiento

Para evaluar el progreso en el desarrollo de la fuerza durante el entrenamiento, es útil considerar la fuerza inicial, la fuerza relativa y la fuerza límite o final. La fuerza inicial es la fuerza máxima al comienzo del entrenamiento. La fuerza relativa corresponde a la fuerza máxima alcanzada durante el proceso de entrenamiento, la cual también nos permite entender el grado de entrenabilidad de los diferentes grupos musculares. Por último, la fuerza límite o final, que es la fuerza máxima individual alcanzable al finalizar el proceso de entrenamiento. ⁽²⁶⁾

El desarrollo de la fuerza depende de la intensidad de la contracción muscular. Las contracciones realizadas con fuerza máxima generan un aumento de la fuerza más rápido e intenso que las contracciones con fuerza submáxima. Además, varía según se realicen contracciones unilaterales o bilaterales. Las contracciones unilaterales, por ejemplo, con una sola pierna, aumentan significativamente la actividad, mientras que las contracciones bilaterales la disminuyen. Esto sugiere que las contracciones máximas unilaterales y bilaterales (isométricas) se caracterizan por diferentes patrones de reclutamiento y/o frecuencias a nivel neuromuscular, así como por secuencias distintas en la coordinación intermuscular. En la práctica del entrenamiento, para activar modelos de actividad muscular máxima, se debe priorizar la aplicación unilateral de la fuerza. ⁽²⁶⁾

Un volumen elevado permite un progreso más rápido, en igualdad de condiciones, que un volumen bajo. Las contracciones musculares de hasta 30 segundos de duración alcanzan la fuerza límite en menos tiempo que las contracciones de 1 segundo ⁽²⁶⁾.

La calidad de entrenamiento hace referencia a la relación entre intensidad y volumen, entre otros aspectos. Cuando el objetivo del entrenamiento de fuerza es alcanzar la fuerza límite, en el menor tiempo posible, se prioriza la intensidad (fuerza de la contracción muscular) sobre el volumen (cantidad). En un estudio con gemelos, con un trabajo físico idéntico, se observó que el aumento del rendimiento es mayor cuando se entrena a una alta intensidad y bajo volumen, en comparación con un entrenamiento de baja intensidad y alto volumen ⁽²⁶⁾.

La frecuencia de entrenamiento juega un papel crucial en la velocidad de aumento de la fuerza. En el entrenamiento isométrico, se ha observado que un solo estímulo de entrenamiento puede aumentar la fuerza inicial entre un 1 % y un 4 % dependiendo del grupo muscular. Del aumento

total de la fuerza, el primer día de entrenamiento representa un 56 %, el segundo día un 39 % y el séptimo día solo un 0,6 %. Esto sugiere que la adquisición de fuerza comienza ya en el primer día de entrenamiento. Para aprovechar este efecto positivo y maximizar la adquisición de fuerza, es recomendable considerar el entrenamiento diario, e incluso en ciertas circunstancias, dos sesiones al día. Después de un período de 14 días sin entrenar, no se detecta ningún efecto del estímulo de entrenamiento anterior. Por lo tanto, podemos inferir que luego de un solo estímulo de entrenamiento, la fuerza aumenta de manera parabólica y luego disminuye gradualmente ⁽²⁶⁾.

V.10) Entrenamiento de fuerza dinámico o auxotónico y estático o isométrico

Si bien en la literatura especializada se hace referencia al entrenamiento de fuerza dinámico como isotónico, en realidad, en la práctica no hay un entrenamiento isotónico puro. En el entrenamiento de fuerza, se emplean formas mixtas de contracción muscular que involucran porcentajes tanto isotónicos como isométricos, lo que las convierte en formas auxotónicas. A su vez el entrenamiento de fuerza dinámico se subdivide en dos categorías, positivo y negativo.

- El entrenamiento de fuerza dinámico positivo; de superación, concéntrico, de acortamiento o de aceleración.
- El entrenamiento de fuerza dinámico negativo: de aflojamiento, excéntrico, de frenado, de retardo.

El entrenamiento dinámico positivo (concéntrico) es común en la práctica deportiva, se genera un aumento de la fuerza durante el acortamiento muscular, siguiendo la fórmula; trabajo = fuerza (kp) x distancia (m). Este tipo de entrenamiento permite un trabajo de manera específica, los músculos involucrados en la secuencia de movimientos y el tipo de contracción requerido durante la competición pueden ser específicamente entrenados mediante ejercicios de imitación. Además, este enfoque considera con precisión la velocidad y dinámica específicas de los movimientos competitivos, aumenta la fuerza y mejora la coordinación neuromuscular. De acuerdo al tipo y cantidad de repeticiones, el entrenamiento dinámico puede enfocarse en la fuerza máxima, rápida o resistencia ⁽²⁶⁾.

Por consiguiente, el entrenamiento de fuerza dinámico positivo es de particular importancia en disciplinas que requieren niveles elevados de fuerza resistencia, así como fuerza y velocidad en movimientos, y que implican demandas técnicas significativas, como los saltos y lanzamientos en atletismo. Es una modalidad particularmente apropiada para el entrenamiento de musculación, ya que con resistencias ligeras o moderadas, un ritmo de ejecución controlado y un alto número de repeticiones, no impone una carga física o mental excesiva. Y como última ventaja, tras las

contracciones concéntricas, los músculos tienden a recuperarse más rápidamente que con otros enfoques de entrenamiento⁽²⁶⁾.

Por otra parte, en el entrenamiento de fuerza estático o isométrico, el trabajo físico es nulo, ya que el producto de fuerza por distancia es cero. Por lo tanto, en este método de entrenamiento no se observa una contracción o elongación visibles, como en el entrenamiento dinámico positivo o negativo, sino que se produce únicamente un notable desarrollo de la tensión. El entrenamiento isométrico, en cualquiera de sus formas, no se recomienda como método único para mejorar la fuerza máxima, la fuerza rápida o la resistencia de la fuerza. Sin embargo, cuando se combina con entrenamiento pliométrico, concéntrico o excéntrico posterior, este método resulta altamente eficaz, ya que se trabaja con un músculo completamente activado, lo que agota plenamente la capacidad neuronal⁽²⁶⁾.

El método isométrico se puede clasificar en diferentes categorías; por un lado se encuentra el entrenamiento isométrico sin cargas adicionales, en este caso el cuerpo se mantiene en una posición específica y el grupo muscular seleccionado se contrae de manera isométrica durante un período de tiempo determinado. Por ejemplo, mantenerse en bipedestación en punta de pies nos dará un fortalecimiento de la musculatura de la pantorrilla, así como mantenerse en posición de tracción de escalada, con ángulo de flexión del codo de 90°, un fortalecimiento de los flexores del brazo⁽²⁶⁾.

Por otra parte, el entrenamiento isométrico con peso suplementario, donde la intensidad de la carga aumenta por estos pesos suplementarios y pueden ser, chalecos lastrados, sacos de arena, compañero, entre otros. Además en este tipo de entrenamiento se pueden diferenciar, según el enfoque de carga, los métodos de isometría máxima, isometría total y estático-dinámico⁽²⁶⁾.

Dentro de las ventajas del entrenamiento isométrico podemos destacar un alto porcentaje en el aumento de la fuerza, ahorro de tiempo gracias a la eficacia del mismo y la capacidad para influir selectivamente y de manera localizada en cualquier grupo muscular en el ángulo articular deseado. El entrenamiento isométrico además, resulta especialmente adecuado en el contexto de la rehabilitación. Después de lesiones con inmovilización correspondiente, se produce una notable atrofia muscular, que puede alcanzar entre el 68,6 % y el 73,6 %, dependiendo del ángulo articular. Esta pérdida de fuerza, de naturaleza multiestructural, se atribuye al daño sufrido por las fibras musculares de tipo I. Tanto el entrenamiento isométrico, que afecta principalmente a las fibras de contracción rápida, como el dinámico, que impacta principalmente en las fibras de contracción lenta, contribuyen de manera eficaz a compensar la atrofia muscular. Sin embargo, no se recomienda utilizar este tipo de entrenamiento de forma exclusiva, ya que solo afecta a las fibras de contracción rápida (FT). Además, después de la inmovilización, que provoca una pérdida de longitud muscular debido a la disminución del número de sarcómeros, el entrenamiento isométrico

no contribuye a restablecer la longitud muscular original. Para lograrlo, son necesarios estímulos motores dinámicos ⁽²⁶⁾.

V.11) Ejercicios de control motor

El control motor desempeña una función crítica en la estabilización del sistema espinal. Para mantener la estabilidad de la columna lumbar, se requiere la interacción de tres sistemas principales: el sistema de soporte pasivo, que depende de los ligamentos y las fascias de los músculos esqueléticos; el sistema de contracción activa, donde la estabilidad y el movimiento de la columna lumbar son mantenidos por la contracción de los músculos centrales; y el sistema nervioso central, que desempeña un papel fundamental en el control motor. El sistema nervioso central responde a las sensaciones generadas en los sistemas activo y pasivo, utilizando los nervios centrales para regular la coordinación motora. Este sistema gobierna las acciones físicas y previene la interferencia para mantener tanto la estabilidad como el movimiento de la columna lumbar. ⁽¹⁴⁾

Los patrones de movimiento compensatorios han sido vinculados con el DLC durante actividades como sentarse y pararse. Además, se ha observado que las personas con dolor lumbar y un mayor miedo asociado al dolor tienden a modificar sus patrones de movimiento para minimizar el movimiento de la columna lumbar durante ciertas actividades. Es por ello que se sugiere que los tratamientos se centren en restaurar las características cinéticas y cinemáticas normales y con frecuencia son tratados mediante ejercicios de control motor. ^(21,22)

Existen diversas intervenciones y entre las más comunes incluyen, la utilización de estrategias y ejercicios de reeducación para modificar la alineación de la columna, los patrones de movimiento y el reclutamiento muscular tanto global como local. Por lo general, la mayoría de los ejercicios de control motor, se llevan a cabo utilizando bajas cargas, ya sean ejercicios que se concentren en el reclutamiento muscular o en la reeducación de los patrones de movimiento óptimos. ⁽¹⁷⁾

En pacientes con un patrón de dolor lumbar mecánico nociceptivo, es beneficioso recomendar educación sobre la fisiología del dolor, la importancia de mantener una postura óptima y la corrección de patrones de movimiento, complementado con entrenamiento específico. ⁽²²⁾.

La inclusión de ejercicios con peso libre es una práctica habitual en el entrenamiento de atletas y se reconoce como efectiva para incrementar la fuerza, modificar la estructura muscular y mejorar el control motor. El entrenamiento de resistencia, por otro lado, puede mejorar la composición muscular y provocar altos niveles de actividad muscular en el erector lumbar y otros músculos de la cadena posterior. ⁽²¹⁾

Un programa de entrenamiento de resistencia con peso libre el cual aborda la fuerza, el control motor y los aspectos fisiológicos mostró ser eficaz en individuos con DLC y entre los resultados del

estudio se destacan; una disminución del dolor y mejoras en la funcionalidad y en la calidad de vida, resistencia a la fuerza y a la calidad muscular paraespinal lumbar. ⁽²¹⁾

El programa consistió en una primera etapa de tratamiento, donde se enfocó en corregir deficiencias de movimiento asociados al aumento de los síntomas de dolor lumbar. Se trabajó en reentrenar la capacidad para controlar las posiciones neutras de las articulaciones en diferentes posturas, como supino, cuadrupedia, sedestación y/o bipedestación. De esta manera los pacientes aprendieron a identificar su posición neutral en la región lumbopélvica y a controlar los movimientos de la columna lumbar con un esfuerzo mínimo mientras movilizaban miembros superiores e inferiores. En una segunda etapa, el tratamiento focalizó en el aprendizaje del control de los movimientos en la región lumbopélvica con el mínimo esfuerzo al realizar actividades que desencadenan el dolor mecánico nociceptivo. Específicamente, se abordaron las posiciones y movimientos dolorosos que los participantes del estudio mencionaron durante la anamnesis. Además, los pacientes adquirieron la habilidad de controlar los movimientos dinámicos de la columna requeridos para diversas tareas y actividades que con anterioridad les resultaban difíciles o dolorosas de realizar. ⁽²¹⁾

El ejercicio para representar el entrenamiento de resistencia elegido fue el peso muerto, El fisioterapeuta determinó el peso inicial adecuado en la barra, basándose en la historia clínica y los resultados del examen físico. Luego, la técnica de levantamiento adecuada y se aseguró de que mantuvieran una alineación neutral de la columna mientras realizaban el ejercicio. La carga se incrementó gradualmente durante el período de intervención, aumentando progresivamente el número de levantamientos y/o el peso sobre la barra. Se alentó a los participantes a aplicar la misma técnica de levantamiento durante sus actividades cotidianas. ⁽²¹⁾

El peso muerto, tiene como objetivo aumentar la fuerza y consiste en un ejercicio de resistencia realizado con barra que activan los músculos estabilizadores locales y globales e incluso en mayor medida que aquellos ejercicios que se realizan con pelota Bobath o pelota para terapia en pacientes sin dolor lumbar. Asimismo, el entrenamiento de peso muerto con una progresión individualizada en volumen e intensidad puede ser efectivo en la reducción del dolor y la mejora de la función en pacientes con DLC. A pesar de ello, no se encontró que sean más beneficiosos que el ejercicio de control motor de baja carga. Es importante mencionar también que un programa de ejercicios que combina levantamiento de altas cargas con ejercicios progresivos de peso muerto y control motor de cargas bajas, dio como resultado mejoras significativas en cuanto al dolor, fuerza y resistencia muscular. ⁽²²⁾

Nos pareció relevante exponer un estudio que evaluó cuáles pacientes podrían beneficiarse del entrenamiento de peso muerto. Este se propuso identificar las variables que podrían anticipar la actividad, discapacidad e intensidad del dolor después de un periodo de entrenamiento de 8 semanas que incluye el peso muerto como parte de la rehabilitación. Esta información la consideraron

fundamental para los fisioterapeutas y los profesionales del acondicionamiento físico en cuanto a la selección de los ejercicios para la población que sufre de dolor lumbar. ⁽²³⁾

El estudio pudo constatar que, en pacientes con dolor lumbar mecánico, es crucial evaluar la resistencia de los extensores de la cadera y cadena posterior, esto mediante la prueba de Biering-Sørense (test de campo para medir la resistencia de los músculos del tronco), así como la intensidad del dolor y la discapacidad antes de iniciar el entrenamiento de peso muerto. Aquellos individuos que experimentan niveles bajos de dolor lumbar y poseen una fuerza de extensión lumbar de referencia más elevada podrían ser los candidatos más adecuados para participar en un programa de ejercicios que involucren el peso muerto. ⁽²³⁾

Existe poca evidencia que ofrece pruebas limitadas en cuanto a los programas de ejercicio que incorporan el peso muerto, y de si pueden ofrecer beneficios tanto para el dolor como para la función en individuos que padecen de DLC. No obstante, se encontró que una rutina de ejercicios de levantamiento de cargas altas, que combina ejercicios de control progresivo de peso muerto con control motor de cargas bajas, produjo mejoras significativas en la intensidad del dolor, así como en la fuerza y la resistencia. Como se mencionó anteriormente, los pacientes con niveles más altos de fuerza y resistencia en la extensión lumbar y de cadera, junto con niveles iniciales bajos de dolor, tienen más probabilidad de experimentar beneficios del entrenamiento de peso muerto para el dolor lumbar. Los efectos positivos de los programas de ejercicio que incorporan el peso muerto para el tratamiento del dolor lumbar pueden observarse desde las 8 hasta las 16 semanas. ⁽²⁴⁾

Por otra parte, cabe destacar como alternativa a las máquinas de resistencia y pesas libres, las Thera Band (bandas elásticas de resistencia), utilizadas comúnmente para el entrenamiento de resistencia progresivo. Una investigación ha evidenciado que las bandas elásticas de resistencia pueden generar una activación muscular comparable a la obtenida mediante ejercicios realizados con máquinas de entrenamiento de resistencia o pesas libres. Sin embargo, este estudio no encontró ningún beneficio adicional al reemplazar el ejercicio físico general por el entrenamiento de resistencia progresiva utilizando bandas elásticas de resistencia, ambos conllevan a cambios similares. ⁽²⁵⁾

VI) Estrategia metodológica

Este proyecto se realizó mediante una recolección, selección y revisión bibliográfica consultando las bases de datos: Scielo, Pubmed, Pedro y Google académico. Para ello, se utilizaron las palabras claves DeCS, MeSH, y términos libres que se verán graficados a continuación en la Tabla 1, y las combinaciones de éstas en la Tabla 2.

Criterios de inclusión:

Estudios publicados entre 2010 y 2023 que involucren revisiones, ensayos controlados aleatorizados, estudios comparativos y metaanálisis.

Criterios de exclusión:

Estudios que adoptaron procedimientos de informes de casos, y aquellos que sean anteriores al año 2010.

Cuadro 1. Términos para la búsqueda de la base de datos

| Palabra | Término libre | DeCS | MeSH |
|---------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| #1 | Lumbalgia | Dolor de la Región Lumbar | “Low Back Pain” [Mesh] |
| #2 | Rehabilitación | Rehabilitación | “rehabilitation” [Mesh] |
| #3 | Terapia física | Especialidad de Fisioterapia | “Physical Therapy Specialty” [Mesh] |
| #4 | Entrenamiento de fuerza | Entrenamiento de Fuerza | “Resistance Training” [Mesh] |
| #5 | Ejercicio terapéutico | Terapia por Ejercicio | "Exercise Therapy" [Mesh] |

Cuadro 2. Combinaciones de Términos

| | Término | Conector | Término | Conector | Término |
|-----|---------|----------|---------|----------|---------|
| #7 | #1 | AND | #2 | | |
| #8 | #1 | AND | #2 | OR | #3 |
| #9 | #1 | AND | #3 | | |
| #10 | #9 | AND | #4 | | |

| | | | | | |
|-----|----|-----|----|-----|----|
| #11 | #1 | AND | #4 | AND | #5 |
|-----|----|-----|----|-----|----|

VII) Contexto de análisis

Se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos mencionadas con anterioridad, utilizando las palabras claves seleccionadas en los términos MeSH y DeCS y con sus combinaciones. Los artículos científicos identificados que presentaron evidencia acerca del entrenamiento de fuerza como intervención en la población con DLC, fueron analizados con relación a sus efectos.

Los artículos considerados relevantes fueron sometidos a una revisión para su selección o eliminación basada en los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

Se examinaron seis artículos seleccionados que analizaron los efectos del entrenamiento de fuerza, dentro de diferentes perspectivas, en la población con DLC.

1 - Kumar S, Kumar T. Eficacia del ejercicio de fortalecimiento muscular central en pacientes con dolor lumbar crónico. Revista de rehabilitación musculoesquelética y de la espalda [Internet]. 2015;(699-707):Pubmed. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25467999/> ⁽¹⁾

El objetivo de este estudio fue investigar el efecto del fortalecimiento de los músculos centrales, la flexibilidad lumbar y el fortalecimiento del glúteo mayor en pacientes con dolor lumbar crónico (CLBP, por sus siglas en inglés). Para ello se dividió en dos grupos un total de 30 pacientes, donde los del Grupo A tuvieron dolor más de 12 meses y los del Grupo B entre 3 a 12 meses.

Se utilizaron diversas medidas de resultados, incluyendo la intensidad del dolor, la capacidad funcional, la resistencia de la espalda, la flexibilidad lumbar, la activación del transverso del abdomen (TrA) y la fuerza del glúteo mayor. Los datos de referencia se recolectaron el día 0 (cero) y se realizó un seguimiento después de 6 semanas, utilizando el mismo procedimiento de prueba en ambos momentos.

Cada sujeto recibió tratamiento por parte del mismo fisioterapeuta, quien aplicó la misma intensidad y capacidad en sesiones alternas (3 días a la semana) durante un período de 6 semanas. La duración de cada sesión individual variaba según las etapas del protocolo de tratamiento que incluía ejercicios de calentamiento, ejercicios para mejorar la flexibilidad y fortalecer los músculos centrales.

El programa de ejercicios incluyó un calentamiento de diez minutos en bicicleta o caminata normal, seguido de ejercicios de flexibilidad que abarcan movimientos como rodilla al pecho en decúbito supino, camello, flexión lateral del tronco en bipedestación y rotación del tronco en decúbito prono. En cuanto al fortalecimiento muscular central, en la etapa (1) se enfocó en el control segmentario local y la activación de los músculos transverso del abdomen (TrA) utilizando biorretroalimentación por presión. En la etapa (2), se introdujeron ejercicios de control segmentario de cadena cerrada,

ejercicios de cadena cerrada para el cuadrante superior, inclinación del tronco hacia adelante y ejercicios de soporte de peso (cadena cerrada) en postura flexionada. En la etapa (3), se enfocó en el control segmentario de cadena abierta y en la actividad de las extremidades inferiores, manteniendo estable la columna lumbar con el uso de la Biorretroalimentación Perineal Biofeedback Unit (PBU). Además, se incluyó el fortalecimiento del glúteo mayor, primero corrigiendo el orden de reclutamiento y luego realizando ejercicios como sentadilla de una sola extremidad y peso muerto de una sola extremidad. Durante el tratamiento, a los sujetos no se les permitió recibir ningún otro tipo de tratamiento o medicación.

El nivel de dolor se evaluó utilizando una Escala Numérica de Calificación del Dolor (NPRS), que consiste en una escala de 10 puntos. La capacidad funcional se determinó mediante el Índice de Discapacidad de Oswestry, mientras que la resistencia de la espalda se evaluó mediante la prueba de Sorensen (tiempo sostenido del tronco). La flexibilidad lumbar se midió con la Prueba de Schober modificada-modificada, la fuerza del glúteo mayor se evaluó utilizando un dinamómetro de mano hidráulico Jamar, y la activación del músculo transverso del abdomen se registró con la unidad de biorretroalimentación de presión.

Resultados: Este estudio reveló resultados no significativos en todas las medidas de resultado entre los análisis de grupo. En el caso del dolor lumbar crónico, se evidencia que la debilidad de los músculos centrales (tanto local como global) no es la causa primaria, sino que los problemas principales radican en el orden alterado de reclutamiento del núcleo y el glúteo mayor, así como en la disminución de la flexibilidad de la columna lumbar. Tras seis semanas de intervención, es posible que haya habido una corrección en el orden de reclutamiento de estos músculos, lo que podría conducir a una mejora significativa en la movilidad lumbar. Se señala que un pequeño incremento en la actividad de los músculos del sistema local podría ayudar a prevenir la inestabilidad de la columna.

Conclusión: Este estudio concluyó que el ejercicio de fortalecimiento de los músculos centrales, combinado con la mejora de la flexibilidad lumbar y el fortalecimiento del glúteo mayor, resulta ser una técnica de rehabilitación efectiva para todos los pacientes con dolor lumbar crónico, sin importar la cronicidad de su dolor.

2 - Calatayud J, Guzman Gonzales B, Andersen LL, Cruz Montecinos C, Morell MT, Roldanorte R, Ezzatvar Y, Casaña J. Ectiveness of a Group-Based Progressive Strength Training in Primary Care to Improve the Recurrence of Low Back Pain Exacerbations and Function: A Randomised Trial. Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública [Internet]. 2020;(17):Pubmed. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33187076/> ⁽⁴⁾

El propósito de este estudio fue evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento de fuerza progresivo realizado en grupos para pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico (CLBP) en atención primaria, específicamente en lo que respecta a la recurrencia del dolor y la mejora de la función física. Para ello, ochenta y cinco pacientes con CLBP inespecífico de entre 18 y 75 años, fueron separados en dos grupos, por un lado el grupo de intervención que completó un programa de entrenamiento de fuerza progresivo 3 días a la semana durante 8 semanas. Por otro lado, el grupo de control recibió la atención habitual (programa Back-School habitual).

El programa de entrenamiento de fuerza progresiva se centró en sesiones grupales diseñadas específicamente para aumentar la fuerza de los músculos centrales. Para garantizar la atención individualizada dentro del contexto grupal, se adaptó la intensidad inicial y se personalizaron las progresiones posteriores según las necesidades de cada participante. La selección de ejercicios se basó en investigaciones previas para asegurar una actividad adecuada para los grupos musculares específicos.

Los participantes del grupo de control siguieron el protocolo estándar de rehabilitación Back-School durante un período de 8 semanas. Inicialmente, asistieron a dos sesiones supervisadas por semana durante las primeras 3 semanas en el centro de atención primaria, en grupos de 5 a 10 sujetos. Después, continuaron el mismo protocolo en casa durante 5 semanas.

El programa Back-School se enfocó en la realización de 5 ejercicios de fortalecimiento del core (abdominales huecos, elevaciones de rodilla, contracción oblicua, plancha supina, pájaro-perro) y 5 ejercicios de estiramiento para la espalda y los miembros inferiores (rodillas al pecho, gato-camello, estiramiento del psoas acostado, estiramiento de los tendones de la corva acostado, estiramiento de los cuádriceps de pie). Para el fortalecimiento, se realizaron 10 repeticiones de cada ejercicio con una contracción concéntrica de 3 segundos y una contracción excéntrica de 3 segundos, con un descanso de 10 segundos entre ejercicios. Cada ejercicio de estiramiento se mantuvo durante 10 segundos y se repitió 4 veces.

La intensidad del dolor lumbar fue medida en una escala del 0 al 10, donde 0 representa "sin dolor" y 10 indica "el peor dolor posible". Esta escala se empleó para evaluar la percepción del sujeto sobre la intensidad del dolor lumbar durante la última semana.

Se empleó el Cuestionario de Roland-Morris para evaluar la discapacidad física asociada al dolor lumbar y se utilizó el "test de Biering-Sorensen" para evaluar la resistencia isométrica de los músculos extensores del tronco.

Resultados: El grupo de intervención mostró una tasa de recurrencia de la exacerbación del dolor del 8,3 %, mientras que el grupo control tuvo una tasa de recurrencia mayor (33,3 %) y un tiempo más corto hasta el primer episodio recurrente. El grupo de intervención mostró mejoras

significativas en la fuerza del extensor lumbar, la fuerza de agarre de la mano izquierda y experimentó menos puntos de dolor en comparación con el grupo de control.

En el seguimiento a largo plazo se observó una reducción notable en la recurrencia del dolor lumbar tras el entrenamiento de resistencia progresiva (8,3 %), en comparación con el programa Back-School (33,3 %), confirmando hallazgos previos. El grupo que siguió el programa de entrenamiento de fuerza mostró una mayor probabilidad de experimentar una reducción clínicamente significativa tanto en el dolor como en la discapacidad. Además, observamos una disminución generalizada del dolor, lo cual es un hallazgo relevante desde el punto de vista clínico. A diferencia del grupo que siguió el programa Back-School, que no redujo la cantidad de áreas dolorosas, el grupo que recibió la intervención logró reducir las suyas en dos.

Conclusiones: El estudio concluyó en que implementar un programa de entrenamiento de fuerza progresiva en entornos grupales puede ser beneficioso para personas con dolor lumbar, ya que busca mejorar la función física y disminuir la reincidencia del dolor, lo que potencialmente reduce la necesidad de visitas frecuentes a la atención primaria en comparación con los programas de atención primaria convencionales.

3 - Aasa B, Berglund L, Michaelson P, Aasa U. Ejercicios y educación individualizados de control motor de baja carga versus educación y ejercicio de levantamiento de carga alta para mejorar la actividad, la intensidad del dolor y el rendimiento físico en pacientes con dolor lumbar: un estudio controlado aleatorio ensayo. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. 2015;45(2):77–85. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2015.5021> ⁽¹⁷⁾

El objetivo de este estudio fue comparar los efectos del ejercicio de control motor de baja carga (LMC) y los de un ejercicio de levantamiento de alta carga (HLL). Para ello participaron un total de setenta pacientes con dolor lumbar crónico, diagnosticados con dolor mecánico nociceptivo, de 25 a 60 años. Los pacientes fueron asignados al azar a la intervención con ejercicios de LMC y HLL.

La intervención LMC se llevó a cabo en una clínica de fisioterapia, mientras que la intervención HLL se realizó en un centro deportivo. La intervención LMC se administró de manera individualizada, mientras que la HLL se realizó en grupos de 5 participantes. Ambos grupos participaron en 12 sesiones de tratamiento durante un período de 8 semanas (dos sesiones por semana durante las semanas 1 a 4, y una sesión por semana durante las semanas 5 a 8. Cada sesión tuvo una duración de 20 a 30 minutos para LMC y de 60 minutos para HLL.

Los ejercicios se diseñaron para corregir los patrones de movimiento disfuncionales en cada participante, comenzando desde un nivel básico y progresando gradualmente hacia niveles de dificultad más avanzados. Se dividió el tratamiento en dos etapas, la etapa 1 se centró en las

deficiencias de movimiento observadas en los pacientes. Se enfocaron en reentrenar la capacidad de los participantes para mantener posiciones neutrales en las articulaciones mientras estaban acostados, arrodillados a cuatro patas, sentados y/o de pie. En la etapa 2 se enfocan en enseñar a los participantes a controlar los movimientos en la región lumbopélvica con el menor esfuerzo posible al realizar actividades que desencadenaban el dolor mecánico nociceptivo. Se alentó a los participantes a observar la activación muscular y la coordinación muscular durante las posturas o movimientos que ya no provocaban dolor.

Se tomaron las mediciones de los resultados al inicio del estudio y en el seguimiento a los 2 y 12 meses. Los resultados principales incluyeron la Escala Funcional Específica del Paciente (PSFS) y la evaluación del dolor, medido como el promedio del dolor experimentado en los últimos 7 días en una Escala Visual Analógica (EVA). En la Escala de Función de Actividades Específicas del Paciente (PSFS, por sus siglas en inglés), los participantes seleccionaron las tres actividades más importantes que les resultaban difíciles de realizar o que no podían realizar debido al dolor lumbar. Luego, calificaron estas actividades en una escala de 11 puntos, que va desde 0 ("incapaz de realizar la actividad") hasta 10 ("capaz de realizar la actividad al mismo nivel que antes de la lesión"). Esto les permitió evaluar el nivel actual de capacidad asociado con cada actividad. Además, los participantes evaluaron la intensidad promedio de su dolor durante los últimos 7 días utilizando una Escala Visual Analógica (EVA), que iba de 0 a 100 mm. En esta escala, 0 mm representaba "ningún dolor" y 100 mm representaba el "peor dolor imaginable".

Como resultados secundarios la evaluación física, que comprendió una serie de pruebas, que incluyeron la prueba de fuerza de elevación, el puente boca abajo, el puente lateral (en el brazo derecho) y la prueba de Biering-Sørensen, junto con una batería de pruebas de control de movimiento. Todas estas pruebas se realizaron siguiendo posiciones estandarizadas.

Resultados: Tanto el grupo de ejercicio de control motor de baja carga (LMC) como el grupo de levantamiento de alta carga (HLL) experimentaron aumentos significativos en las puntuaciones de PSFS ($p \leq .001$ desde el inicio hasta los 2 meses y desde el inicio hasta los 12 meses) y reducciones en las puntuaciones de la EVA ($p \leq .001$ desde el inicio hasta los 2 meses y desde el inicio hasta los 12 meses).

Los análisis lineales de modelos mixtos revelaron un cambio medio significativo entre grupos (grupo por tiempo) a favor de los participantes del grupo LMC, quienes aumentaron sus puntuaciones de 3.8 a 8.0 (puntuaciones medias no ajustadas) en la escala PSFS. No se encontraron diferencias significativas en los cambios medios entre grupos (grupo por tiempo) para la mayoría de las pruebas, excepto para la prueba del puente prono, donde se observó un rendimiento superior en el grupo LMC. Además, en la batería de pruebas de control de movimiento, se encontró una diferencia significativa en los cambios medios entre grupos a favor del grupo LMC.

Al comparar los efectos de LMC con HLL, dicho estudio encontró un efecto significativamente beneficioso de LMC en las puntuaciones PSFS. Ambos grupos experimentaron un aumento significativo en su rendimiento en las pruebas de fuerza y resistencia. En el caso de los participantes del grupo HLL, se hace referencia a que este aumento probablemente se debió al hecho de que levantaron progresivamente cargas más pesadas durante el período de ejercicio. Además de la educación al paciente sobre el dolor. Cerca del 65% de los participantes notaron un cambio significativo en la intensidad del dolor desde el inicio hasta el seguimiento de los 12 meses.

Conclusión: Este estudio concluyó que la intervención de LMC puede producir resultados superiores en las pruebas de actividad, control del movimiento y resistencia muscular en comparación con HLL, pero no en la intensidad del dolor y la fuerza de elevación isométrica máxima, en pacientes con dolor lumbar mecánico nociceptivo.

4 - Verbrugghe J, Agten A, Stevens S, Hansen D, Demoulin C, O. Eijnde B, et al. La intensidad del ejercicio es importante en la rehabilitación del dolor lumbar crónico inespecífico. Ejercicio deportivo de ciencia médica [Internet]. 2019;51(12):2434–42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000002078> ⁽²¹⁾

Este estudio tuvo como objetivo comparar los efectos de un programa de intervención mediante ejercicios de alta intensidad con un programa de intensidad moderada en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico, sobre la discapacidad, el dolor, la función, la capacidad de ejercicio y la fuerza de los músculos abdominales/de la espalda. El mismo consistió en un ensayo controlado aleatorio donde los participantes entre 25 y 60 años, realizaron un programa de intervención con ejercicios de 12 semanas, distribuido en 24 sesiones de terapia individual, una hora y media por sesión, dos veces a la semana, bajo la supervisión de un fisioterapeuta que formó parte del equipo de investigación.

El grupo experimental llevó a cabo un protocolo que incluía entrenamiento cardiorrespiratorio, entrenamiento de resistencia general y entrenamiento muscular del core, todo a alta intensidad. El entrenamiento cardiorrespiratorio consistió en un protocolo de entrenamiento interválico en cicloergómetro. Comenzó con un calentamiento de 5 minutos, seguido de cinco series de 1 minuto (110 repeticiones por minuto al 100% del VO₂ máx. carga de trabajo), separadas por 1 minuto de descanso activo (75 repeticiones por minuto al 50% del VO₂ máx. carga de trabajo). La duración de las series de ciclismo aumentó en 10 segundos cada dos sesiones, hasta llegar a 1 minuto y 50 segundos después de 12 sesiones. El tiempo de recuperación de 1 minuto entre series se mantuvo constante. Este protocolo se repitió de la sesión 13 a la 24 con una carga de trabajo actualizada, determinada por una prueba de ejercicio cardiopulmonar complementaria.

El entrenamiento de fuerza general incluyó tres ejercicios para la parte superior del cuerpo (tracción vertical, prensa de pecho, curl de brazos) y tres ejercicios para la parte inferior del cuerpo (curl de piernas, prensa de piernas, extensión de piernas) realizados en equipos de fitness. En la primera sesión, el fisioterapeuta explicó y demostró los ejercicios, luego el participante los repitió mientras el fisioterapeuta corregía los movimientos. En la segunda sesión, se realizó una prueba de 1RM para cada ejercicio. En las siguientes sesiones, se realizó una serie de hasta 12 repeticiones al 80% de 1RM para cada ejercicio. La carga de trabajo tuvo un aumento progresivo de un 5% cuando el participante pudo completar más de 10 repeticiones en dos series de entrenamiento consecutivas.

El entrenamiento de los músculos centrales consistió en seis ejercicios estáticos centrados: puente de glúteos, banda de resistencia para glúteos, extensión de la espalda en diagonal acostado, tabla de rodillas adaptada, tabla lateral de rodillas adaptada, y retracción de hombros con banda elástica con bisagra de cadera. Estos ejercicios se seleccionaron por su capacidad para activar los músculos centrales a una intensidad superior al 60% de la Contracción Voluntaria Máxima (CVM). En la primera sesión, se instruyó a los pacientes sobre la activación específica de los músculos centrales (transverso del abdomen, multifidus, glúteo medio) para minimizar la actividad compensatoria de otros músculos. En la segunda sesión, el fisioterapeuta explicó y demostró los ejercicios, luego de esto los participantes los repitieron, mientras corregía los movimientos. En las siguientes sesiones, los participantes realizaron una serie de 10 repeticiones de cada ejercicio estático durante 10 segundos cada una. Se alentó a los participantes a mantener la última repetición el mayor tiempo posible.

El participante pudo mantener una postura estable durante el tiempo prescrito en dos sesiones de entrenamiento consecutivas. Para lograr esto, se incrementó gradualmente el tiempo de la sujeción estática a 12 segundos y se progresó hacia posturas más desafiantes mediante el aumento de la carga de peso corporal (por ejemplo, utilizando una tabla en lugar de una tabla de rodillas), incorporando bandas elásticas de resistencia (por ejemplo, la banda de resistencia para glúteos en el ejercicio) o añadiendo pesas adicionales (por ejemplo, en el ejercicio de superman con peso añadido).

El grupo control realizó un protocolo de entrenamiento cardiorrespiratorio con carga continua, entrenamiento de resistencia general y entrenamiento de los músculos centrales, todo realizado a una intensidad moderada. Después de un calentamiento de 5 minutos, los participantes pedalearon durante 14 minutos. La duración se incrementó en 1 minuto y 40 segundos cada dos sesiones hasta alcanzar los 22 minutos y 40 segundos. Este protocolo se repitió desde la sesión 13 hasta la 24 con una carga de trabajo ajustada según una prueba de ejercicio cardiopulmonar complementaria.

El entrenamiento de resistencia general siguió el mismo protocolo que se describió en el grupo "HIT", pero con una intensidad de ejercicio del 60% de 1RM a partir de la tercera sesión. El

entrenamiento de la musculatura central fue similar al del grupo "HIT", con la excepción de la intensidad del ejercicio.

La discapacidad se evaluó mediante el Índice de Discapacidad de Oswestry Modificado (MODI), este cuantifica la incapacidad que experimentan las personas en sus actividades diarias debido al dolor lumbar crónico. La intensidad del dolor se registró a través de la Puntuación Numérica de Calificación del Dolor (NPRS por sus siglas en inglés). Este sistema numérico ofrece una medida de la intensidad del dolor en adultos que padecen dolor. La función se evaluó mediante la Escala de Funcionamiento Específico del Paciente (PSFS), la cual examina la capacidad funcional específica de cada individuo. La capacidad de ejercicio se midió mediante una prueba de esfuerzo cardiopulmonar máxima en una bicicleta ergométrica con freno electrónico. La carga de trabajo aumentó gradualmente cada minuto hasta alcanzar el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) y la carga de trabajo máxima sostenida durante el tiempo de ciclismo. La fuerza muscular se determinó mediante una prueba de fuerza muscular isométrica máxima de los flexores y extensores del tronco utilizando un dinamómetro isocinético.

Resultados: El MODI mostró una mejora significativa, con una reducción del 14,6 % en el grupo HIT y del 6,2 % en el grupo MIT. El NPRS también evidenció mejoría, con una reducción de 3,2 puntos (56 % de diferencia) en el grupo HIT y de 2,2 puntos (39 % de diferencia) en el grupo MIT. La PSFS registró una mejora del 26 % en ambos grupos, lo que representó una diferencia relativa del 37 % en el grupo HIT y del 39 % en el grupo MIT. El VO₂ máx. aumentó en 4,9 ml kg⁻¹ min⁻¹ en el grupo HIT y 1,8 mL·kg⁻¹ min⁻¹ en el grupo MIT. El tiempo de ciclismo aumentó 2,7 minutos en el grupo HIT y 1,7 minutos en el grupo MIT.

En relación con la fuerza muscular, la fuerza abdominal no mostró mejoría en ninguno de los grupos (HIT: PAG =0,34; MIT: PAG =0,31), mientras que la fuerza de la espalda mejoró con 0,39 N·m·kg⁻¹ (10% de diferencia relativa) en el grupo HIT y 0,33 N·m·kg⁻¹ (13% de diferencia relativa) en el grupo MIT.

Conclusiones: El estudio llegó a la conclusión que un programa de ejercicio HIT, que incluye intervalos cardiorrespiratorios, entrenamiento de resistencia general y específico del core, emerge como una opción segura, viable y efectiva para mitigar la discapacidad, disminuir la intensidad del dolor, mejorar la función, potenciar la capacidad de ejercicio y fortalecer la espalda en individuos con dolor lumbar crónico no específico (CNSLBP). En comparación con un programa de ejercicios similar del grupo MIT, este enfoque demostró mayores mejoras en la reducción de la discapacidad y el incremento de la capacidad de ejercicio.

5 - Welch N, Moran K, Antony J, Richter C, Marshall B, Coyle J, et al. Los efectos de una intervención de entrenamiento de resistencia basada en peso libre sobre el dolor, la

biomecánica de las sentadillas y la infiltración de grasa lumbar definida por resonancia magnética y el área transversal funcional en personas con espalda baja crónica. BMJ Open Sport Exerc Med [Internet]. 2015;1(1):e000050–e000050. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjsem-2015-000050> ⁽²²⁾

El objetivo de este estudio fue examinar los impactos de una intervención de entrenamiento de resistencia progresiva con peso libre en el dolor, la incapacidad, la calidad de vida, la infiltración de grasa lumbar identificada mediante resonancia magnética y el área de sección transversal funcional (FCSA), la biomecánica de la sentadilla y la fuerza en individuos que padecen de dolor lumbar crónico. Para ello se incluyeron un total de 30 pacientes, 11 mujeres y 19 hombres de entre 16 y 60 años. Se solicitó a los participantes que completaran varios cuestionarios que abarcaban aspectos como la discapacidad, el dolor, el nivel de actividad y la calidad de vida. Estos incluyeron el Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI), la Escala Visual Analógica (EVA), el Cuestionario de Actividad Física de Tiempo Libre de Godin-Shepherd y el Euro-QOL-5D V.2 (Euro-Qol). Para medir la resistencia a la extensión de la espalda se utilizó la prueba de Biering-Sorensen (BS).

Se realizaron resonancias magnéticas de la columna lumbar durante la evaluación clínica inicial al comienzo del estudio y nuevamente después de la intervención. Estas imágenes se utilizaron para evaluar la cantidad de infiltración de grasa en los músculos paraespinales lumbares.

El programa de entrenamiento comenzó instruyendo a los participantes, durante una sesión de gimnasio de una hora, se les pidió primero que expresaran sus percepciones sobre las posibles causas de su dolor, abordando así los aspectos psicosociales relacionados con el dolor lumbar. Los ejercicios se distribuyeron en dos sesiones. Las cargas de trabajo para realizar 10 repeticiones máximas (10RM) y 6-7 repeticiones máximas (6-7RM) fueron estimadas por los participantes y ajustadas según fuera necesario al final de cada serie. Se hizo especial énfasis en mantener una postura lumbopélvica neutral durante todos los ejercicios. En caso de que algún participante no pudiera evitar la flexión lumbar al realizar el peso muerto desde el suelo, se elevaba la barra a una altura adecuada en un soporte para sentadillas, donde se podía mantener la espalda en posición recta. La adherencia al programa fue alta, con un promedio de 2.1 sesiones perdidas de un total de 48 posibles.

Resultados: Los participantes experimentaron mejoras significativas en las puntuaciones del Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI), la Escala Visual Analógica (VAS) del dolor y Euro-Qol tanto en la semana 4 como en la semana 16 en comparación con los valores iniciales. Además, se observaron aumentos significativos en las puntuaciones de la prueba de Biering-Sørensen (BS) entre el inicio y la semana 16. Sin embargo, no se registraron mejoras significativas en la fuerza isométrica máxima ($p = 0.08$). Se registraron reducciones significativas en el porcentaje de

infiltración de grasa en ambos lados, a nivel de L3-L4 y L4-L5, desde antes hasta después de la intervención. Sin embargo, no se observaron cambios notables en el nivel L5-S1. Además, se observaron aumentos significativos en el área de sección transversal funcional (FCSA) en ambos lados, a nivel de L3-L4 y L4-L5, desde antes hasta después de la intervención.

Con respecto a la biomecánica se registraron aumentos significativos en la velocidad vertical del centro de masa, el ángulo de inclinación de la pelvis, el ángulo de flexión de la cadera, el momento de la rodilla y el momento de la cadera en todas las formas de onda. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en los ángulos del tobillo, la rodilla, el tórax y el tórax con la pelvis. Es importante tener en cuenta que las diferencias en el ángulo de la rodilla, el tórax y la pelvis fueron casi significativas.

Se notó una mejora notable en la resistencia durante la prueba de BS, en línea con hallazgos previos. Esto sugiere según este estudio una capacidad incrementada para resistir la flexión lumbar, lo que, en conjunto con los cambios en la infiltración de grasa, indica un mejor acondicionamiento de los extensores lumbares. Este acondicionamiento mejorado es relevante, dado que el debilitamiento de estos músculos se ha vinculado previamente como un factor de riesgo para el dolor lumbar.

Conclusión: Este estudio evidencia que un programa de entrenamiento de resistencia con peso libre durante 16 semanas, que aborda la fuerza, el control motor y aspectos fisiológicos, es efectivo para individuos con dolor lumbar crónico. Destaca como novedad el reconocimiento de cambios en la infiltración de grasa como un indicador objetivo de mejoría, señalando que tales cambios son factibles en todas las comorbilidades. Se registraron resultados positivos, como la reducción del dolor y la discapacidad, la mejora en la calidad de vida, la resistencia a la fuerza y la calidad de los músculos paraespinales lumbares, aunque no se observaron los esperados cambios en la fuerza máxima.

6 - Berglund L, Aasa B, Hellqvist J, Michaelson P, Aasa U. ¿Qué pacientes con dolor lumbar se benefician del entrenamiento de peso muerto? J Fuerza Cond Res [Internet]. 2015;29(7):1803–11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000000837> ⁽²³⁾

El objetivo de este estudio fue determinar qué factores individuales, evaluados al inicio del estudio, podrían anticipar la actividad física, la discapacidad y la intensidad del dolor en individuos con dolor lumbar mecánico tras un período de 8 semanas de entrenamiento, con el peso muerto como componente de rehabilitación.

Este estudio actual constituye un análisis secundario de un ensayo controlado aleatorio en el que participaron 70 individuos con un patrón predominante de dolor lumbar mecánico nociceptivo de al

menos 3 meses de duración. Los participantes designados para la intervención de peso muerto se encontraron regularmente con un fisioterapeuta que supervisó su ejecución del ejercicio de peso muerto en 12 sesiones a lo largo de 8 semanas. Dos investigadores, entrenados especialmente y cegados al estudio, recopilaron las variables de resultado tanto al inicio (línea de base) como después del período de entrenamiento de 8 semanas (valores de seguimiento).

Se emplearon ocho medidas como variables predictivas potenciales. Además de los valores iniciales de actividad, discapacidad e intensidad del dolor, se consideraron los niveles iniciales de miedo al movimiento relacionado con el dolor, los resultados de tres pruebas de resistencia de los músculos del tronco y una batería de pruebas de control de movimiento. También se incluyeron la edad, el sexo y el índice de masa corporal como posibles predictores.

La actividad se evaluó mediante la Escala Funcional Específica del Paciente, un cuestionario que solicita al paciente que identifique tres actividades que no puede realizar debido al dolor lumbar.

La discapacidad se evaluó utilizando el Cuestionario de Discapacidad de Roland-Morris, un instrumento específico que comprende 24 afirmaciones sobre actividades relevantes para personas con dolor lumbar. La intensidad del dolor en los últimos 7 días se cuantificó en una escala analógica visual de 0 a 100 mm, donde 0 representa "ningún dolor" y 100 indica "el peor dolor imaginable". El miedo al movimiento relacionado con el dolor se valoró mediante la Escala de Kinesiofobia de Tampa, que incluye 17 afirmaciones calificadas en una escala del 1 al 4, donde 1 indica "muy en desacuerdo" y 4 representa "muy de acuerdo".

Las tres pruebas de resistencia de los músculos del tronco se enfocaron en la resistencia isométrica de los músculos del tronco y la cadera e incluyeron la prueba de Biering-Sørensen, la prueba del puente prono y la prueba del puente lateral.

El entrenamiento tuvo lugar en un gimnasio equipado con barras de entrenamiento de resistencia y discos de pesas de 45 cm de diámetro. Inicialmente, se instruyó a los participantes sobre cómo encontrar una posición neutral de la columna lumbar y luego estabilizarla mediante una respiración profunda y contracción de los músculos estabilizadores. Durante las primeras 4 semanas del período de entrenamiento, los participantes realizaron sesiones de entrenamiento dos veces por semana, dejando de 2 a 3 días entre cada sesión. En las últimas 4 semanas, cambiaron a entrenar una vez por semana, con un intervalo de 5 a 7 días entre sesiones.

Todos los participantes comenzaron con un rango de carga de 10 a 20 kg. A medida que demostraban un control adecuado en las fases de elevación y descenso, manteniendo la alineación correcta de la columna y la cadera-rodilla, se aumentaba gradualmente el volumen y la intensidad del ejercicio. Esto se lograba añadiendo más repeticiones por serie y/o aumentando el peso en la barra. Inicialmente, se realizaban de 3 a 5 series con 10 repeticiones por serie. Conforme se incrementaba la intensidad del entrenamiento para enfocarse en el desarrollo de la fuerza máxima,

manteniendo la técnica apropiada en cada levantamiento, se disminuyó gradualmente el número de repeticiones por serie a 3-5, mientras que se aumentó el número de series de 5 a 8 por sesión.

Resultados: Hubo una alta tasa de adherencia al programa de entrenamiento entre los participantes ($n = 35$), con 33 de ellos completando las 8 semanas de entrenamiento y asistiendo a una media de 11.6 ($DE = 0.8$) de las 12 sesiones programadas. Dos participantes reportaron efectos adversos, uno de los cuales abandonó el estudio. El otro participante abandonó el estudio sin dar explicaciones.

El hallazgo principal en este estudio reveló que las mediciones iniciales de discapacidad, intensidad del dolor y desempeño en la prueba de Biering-Sørensen al inicio del programa de entrenamiento podían predecir la actividad, discapacidad y dolor a las 8 semanas de seguimiento, es decir, después del período de entrenamiento. Cuanto mayor era la discapacidad y la intensidad del dolor, y menor era el rendimiento en la prueba de Biering-Sørensen al inicio, menor era la probabilidad de que los participantes experimentaran beneficios del entrenamiento de peso muerto.

Una estimación aproximada de los valores asociados con una alta intensidad del dolor y un bajo rendimiento en la prueba de Biering-Sørensen podría ser una intensidad del dolor por encima de 60 mm en la escala visual analógica y una capacidad para mantener la posición de la prueba de Biering-Sørensen durante menos de 60 segundos.

Los hallazgos en este estudio indican que tanto las mujeres como los hombres de edades comprendidas entre los 26 y 60 años, con predominio de dolor lumbar mecánico, pueden experimentar mejoras significativas mediante el entrenamiento de peso muerto, siempre y cuando no estén limitados por factores predictivos importantes de discapacidad, intensidad del dolor o desempeño en la prueba de Biering-Sørensen.

En términos generales, los participantes en este estudio presentaron niveles más bajos de discapacidad y miedo al movimiento relacionado con el dolor, así como niveles más altos de actividad en comparación con estudios previos sobre dolor lumbar. Esto podría atribuirse al hecho de que este estudio incluyó únicamente a participantes con un patrón predominante de dolor lumbar mecánico.

Conclusión: El estudio concluyó que los análisis sugieren que en pacientes con dolor lumbar mecánico, la resistencia de los extensores de cadera y espalda (evaluada mediante la prueba de Biering-Sørensen), junto con la intensidad del dolor y la discapacidad, son factores clave a considerar antes de iniciar el entrenamiento de peso muerto. Esto es especialmente relevante si se busca mejorar la actividad física y reducir la discapacidad y el dolor. Consideran beneficioso realizar investigaciones futuras con muestras más grandes para validar estos hallazgos y confirmar si estas variables pueden utilizarse como predictores confiables.

VIII. Resultados

Con respecto al tipo de estudio científico, la mayoría de ellos fueron ensayos controlados aleatorios, donde uno corresponde a un análisis secundario de un ensayo controlado aleatorio. Entre los estudios restantes se encontraron un diseño de cohorte y un diseño de grupo experimental pretest postest.

En cuanto a la cantidad de mujeres y hombres que se incluyeron en las intervenciones, dos de estos incluyeron 30 participantes y el resto entre 70 y 85 participantes. En todos los artículos, estos fueron divididos en dos grupos; grupo experimental y grupo control.

Siguiendo al tipo de pacientes que se incluyeron en estos estudios, la mayoría de ellos fueron orientados a las edades de entre 25 y 60 años. A la vez todos los artículos analizados y estudiados se basaron en la intervención y sus efectos del entrenamiento con ejercicios incluyendo a la fuerza como parámetro fundamental, en la población con DLC.

El período de tiempo utilizado osciló entre 8 y 16 semanas de intervención con una duración de 60 a 90 minutos cada sesión, de dos a tres veces por semana. En cuanto al tipo de terapéutica utilizada, en todos los artículos analizados se utilizó la terapia con ejercicios donde se incluyeron, no solo entrenamiento de fuerza general, sino también entrenamiento cardiorrespiratorio, entrenamiento de resistencia y entrenamiento de flexibilidad.

Con respecto a las variables que se tuvieron en cuenta, los artículos analizados se midieron con diferentes herramientas. A saber:

- Dolor: esta variable fue medida en los 6 estudios, evaluada con la escala visual analógica (EVA), la Escala Numérica de Calificación del Dolor (NPRS).
- Capacidad funcional/Discapacidad: variable medida en 5 de los 6 artículos, determinada mediante el Índice de Discapacidad de Oswestry y el Cuestionario de Discapacidad de Roland-Morris.
- Actividad: esta variable fue medida en 4 de los 6 artículos y evaluada por la Escala de Funcionamiento Específico del Paciente (PSFS).
- Resistencia: esta variable fue medida en los 6 artículos mediante la prueba Biering-Sorensen (BS). La prueba del puente lateral y la prueba del puente prono también fueron utilizadas en los 6 artículos. La prueba de fuerza de elevación y la prueba del puente boca abajo se utilizaron en 1 artículo.
- Flexibilidad: esta variable fue evaluada en 1 de los 6 artículos mediante la Prueba de Schober modificada-modificada.

- Fuerza: esta variable fue evaluada en los 6 artículos mediante una prueba de fuerza muscular isométrica máxima de los flexores y extensores del tronco utilizando en 3 de los 6 artículos, un dinamómetro isocinético.
- Miedo: esta variable fue evaluada en 1 de los 6 artículos mediante la Escala de Kinesiofobia de Tampa.

Además, se utilizó en un estudio, el Cuestionario de Actividad Física de Tiempo Libre de Godin-Shepherd y el Euro-QOL-5D V.2 (Euro-Qol). La activación del músculo transverso del abdomen se registró con la unidad de biorretroalimentación de presión también utilizada en uno de los artículos.

IX. Conclusión

Este trabajo de revisión bibliográfica relacionado con el DLC, en la población joven adulta, tuvo como principal objetivo conocer la eficacia de la intervención kinésica a través del entrenamiento de fuerza, en estos pacientes.

Existen diversas modalidades terapéuticas para el DLC que combinan diferentes tipos de estrategias y/o intervenciones a través del entrenamiento de fuerza y otras modalidades. La adherencia a un programa de entrenamiento progresivo y supervisado de ejercicios de fuerza y estabilización, como tratamiento principal y en combinación con otros, está relacionado con una mejora del dolor y la discapacidad, lo que implica también, un cambio en el estilo de vida del paciente. Sin embargo, son varios los parámetros a tener en cuenta antes de planificar de manera correcta un programa de entrenamiento de fuerza para esta población.

Como futuros profesionales de la Kinesiología consideramos de suma importancia la evaluación del paciente como primer paso antes de la planificación de cualquier tipo de entrenamiento como método de rehabilitación. Esto nos va a permitir corregir cualquier deficiencia de movimiento asociados al aumento de los síntomas de dolor lumbar antes de iniciar un entrenamiento de fuerza.

Consideramos que en esta población, la modalidad de fuerza a trabajar debería ser estática o isométrica en especial aquellos individuos poco entrenados y/o debilitados muscularmente. Para aquellos que tengan una base de actividad física y/o una musculatura con fuerza aceptable, es conveniente un trabajo más dinámico en el que aprovecharemos en mayor medida la fase excéntrica. Nuestro objetivo será que esta fase sea más duradera con el fin de lograr un mayor reclutamiento de fibras musculares.

Estamos de acuerdo que para que un entrenamiento de fuerza sea efectivo, es crucial adoptar un enfoque progresivo en la resistencia, comenzando con cargas ligeras y más repeticiones, para luego

avanzar gradualmente hacia cargas más pesadas con menos repeticiones. Este proceso gradual facilita una adaptación segura y eficiente para esta población.

Los ejercicios que tendremos en cuenta son aquellos básicos del entrenamiento de fuerza, como lo son las sentadillas, press de banca, puente glúteo, peso muerto, entre otros. Todo esto acompañado de trabajo del core con ejercicios específicos de fuerza central.

- El ejercicio de fortalecimiento de los músculos centrales, combinado con la mejora de la flexibilidad lumbar y el fortalecimiento del glúteo mayor, resulta ser una técnica de rehabilitación efectiva para abordar el DLC sin importar su cronicidad.
- La implementación de un programa de entrenamiento de fuerza progresiva en sesiones grupales se revela como una estrategia beneficiosa para pacientes con DLC. Su enfoque en mejorar la funcionalidad física y mitigar la recurrencia del dolor no solo promueve la recuperación, sino que también podría reducir la dependencia de visitas regulares a la atención primaria, en contraste con los programas tradicionales de este tipo.
- Un programa de entrenamiento con ejercicios de levantamiento de cargas altas que incluye el peso y ejercicios de control motor con bajas cargas, demostró generar notables mejoras en la intensidad del dolor, así como en la fuerza y la resistencia muscular.
- Un enfoque de ejercicio de alta intensidad, integrando intervalos aeróbicos y entrenamiento de resistencia tanto general como específico del core, se presenta como una alternativa segura, práctica y eficaz para reducir la discapacidad, aliviar la intensidad del dolor, mejorar la funcionalidad, incrementar la capacidad de ejercicio y fortalecer la espalda en la población que padece DLC.
- Aquellos pacientes con mayor fuerza y resistencia a la extensión lumbar y cadera, y con bajos niveles de dolor, tienen mayor posibilidad de ser beneficiados con ejercicios de fuerza como lo es el peso muerto en el manejo del DLC.

X. Bibliografía

1. Kumar S, Kumar T. Eficacia del ejercicio de fortalecimiento muscular central en pacientes con dolor lumbar crónico. Revista de rehabilitación musculoesquelética y de la espalda [Internet]. 2015;(699-707):Pubmed. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25467999/>
2. Verbrugghe J, Agten A, Stevens S, Hansen D, Demoulin C, Eijnde BO, Vandenabeele F, Timmermans A. Exercise Intensity Matters in Chronic Nonspecific Low Back Pain Rehabilitation. Diario de Medicina Clínica [Internet]. 2020;(9):Pubmed. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31269004/>
3. Acevedo Illanes LA, Aravena Núñez MI, Ayala Aviles JE, Hurtado Palomino JP, Ordenes Farias ET, Orozco Chávez I. Rehabilitación del dolor lumbar crónico inespecífico: una revisión literaria [Internet]. Dspace. 2021. Disponible en: <http://dspace.ugal.cl/handle/1950/12650>
4. Calatayud J, Guzman Gonzales B, Andersen LL, Cruz Montecinos C, Morell MT, Roldanorte R, Ezzatvar Y, Casaña J. Effectiveness of a Group-Based Progressive Strength Training in Primary Care to Improve the Recurrence of Low Back Pain Exacerbations and Function: A Randomised Trial. Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública [Internet]. 2020;(17):Pubmed. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33187076/>
5. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, Hoy D, Karppinen J, Pransky G, Sieper J, Smeets RJ, Underwood M. Qué es la lumbalgia y por qué debemos prestarle atención . The Lancet [Internet]. 2018 [citado 27 octubre 2023];(1):Pubmed, Google académico. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/562309069/Lumbalgia>
6. Urits I, Burshtein A, Sharma M, Testa L, Gold PA, Orhurhu V, et al. Dolor lumbar, una revisión integral: Fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. Representante de dolor de cabeza de Curr Pain [Internet]. 2019;23(3). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11916-019-0757-1>
7. Alleva J, Hudgins T, Belous J, Kristin Origenes A. Dolor lumbar crónico. Dis Mon [Internet]. 2016;62(9):330–3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.disamonth.2016.05.012>
8. Tavee JO, Levin KH. Lumbalgia. Continuo (Minneapolis Minn) [Internet]. 2017;23(2):467–86. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1212/con.0000000000000449>

9. Meucci RD, Fassa AG, Faria NMX. Prevalence of chronic low back pain: systematic review. *Rev Saude Publica* [Internet]. 2015;49(0). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005874>
10. Hoppenfeld S. Exploración física de la columna vertebral y las extremidades. 39. ed . México: El Manual Moderno. Santafé de Bogotá - México, DF: El Manual Moderno, Editorial; 1999
11. Enfoque clínico del dolor lumbar crónico: una revisión sistemática de las recomendaciones incluidas en las guías de práctica existentes. *An Sist Sanit Navar* [Internet]. 2015;38(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23938/assn.0059>
12. Chitale N, Patil DS, Phansopkar P, Joshi A. A review on treatment approaches for chronic low back pain via mulligans movement with mobilization and physical therapy. *Cureus* [Internet]. 2022; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.28127>
13. Grooten WJA, Boström C, Dederling Å, Halvorsen M, Kuster RP, Nilsson-Wikmar L, et al. Summarizing the effects of different exercise types in chronic low back pain – a systematic review of systematic reviews. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2022;23(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-022-05722-x>
14. Ramos Jimenez KJ, Chiñas Heredia S, Garcia Rojas E. Eficacia del Kinesio Tape en lumbalgia crónica: Una revisión sistemática. *Salud Tab* [Internet]. 2020;26(1):Google académico. Disponible en: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=116546>
15. Chang WD, Lin HY, Lai PT. Entrenamiento de fuerza central para pacientes con dolor lumbar crónico. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2015;27(3):619–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.27.619>
16. França FR, Burke TN, Hanada ES, Marques AP. Estabilización segmentaria y fortalecimiento muscular en el dolor lumbar crónico: un estudio comparativo. *Clínicas (Sao Paulo)* [Internet]. 2010;65(10):1013–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1807-59322010001000015>
17. Aasa B, Berglund L, Michaelson P, Aasa U. Ejercicios y educación individualizados de control motor de baja carga versus educación y ejercicio de levantamiento de carga alta para mejorar la actividad, la intensidad del dolor y el rendimiento físico en pacientes con dolor lumbar: un estudio controlado aleatorio ensayo. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2015;45(2):77–85. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2015.5021>
18. Helms E, Valdez A, Morgan A. The muscle & strength pyramid [Internet]. 2.ª ed. Independently published; 2019 [citado 27 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.circuitoultras.org/the-muscle-strength-pyramid-en-espanol/>

19. Hughes DC, Ellefsen S, Baar K. Adaptaciones al entrenamiento de resistencia y fuerza. Cold Spring Harb Perspect Med [Internet]. 2018;8(6):a029769. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>
20. Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. La importancia de la fuerza muscular: consideraciones sobre el entrenamiento. Medicina deportiva [Internet]. 2018;48(4):765–85. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
21. Verbrugghe J, Agten A, Stevens S, Hansen D, Demoulin C, O. Eijnde B, et al. La intensidad del ejercicio es importante en la rehabilitación del dolor lumbar crónico inespecífico. Ejercicio deportivo de ciencia médica [Internet]. 2019;51(12):2434–42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000002078>
22. Welch N, Moran K, Antony J, Richter C, Marshall B, Coyle J, et al. Los efectos de una intervención de entrenamiento de resistencia basada en peso libre sobre el dolor, la biomecánica de las sentadillas y la infiltración de grasa lumbar definida por resonancia magnética y el área transversal funcional en personas con espalda baja crónica. BMJ Open Sport Exerc Med [Internet]. 2015;1(1):e000050–e000050. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjsem-2015-000050>
23. Berglund L, Aasa B, Hellqvist J, Michaelson P, Aasa U. ¿Qué pacientes con dolor lumbar se benefician del entrenamiento de peso muerto? J Fuerza Cond Res [Internet]. 2015;29(7):1803–11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000000837>
24. Fischer SC, Calley DQ, Hollman JH. Efecto de un programa de ejercicios que incluye peso muerto sobre el dolor lumbar. J Sport Rehabil [Internet]. 2021;30(4):672–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1123/jsr.2020-0324>
25. Iversen VM, Vasseljen O, Mork PJ, Gismervik S, Bertheussen GF, Salvesen Ø, et al. ¿Entrenamiento con bandas de resistencia o ejercicio general en la rehabilitación multidisciplinaria del dolor lumbar? Un ensayo aleatorio. Scand J Med Sci Sports [Internet]. 2018;28(9):2074–83. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/sms.13091>
26. Weineck J. Optimales training [Internet]. 1.^a ed. Balingen: Editorial Paidotribo; 2005. Disponible en: https://isfd18-bue.infed.edu.ar/aula/archivos/repositorio/0/135/Entrenamiento_Total_-_Jurgen_Weinek.pdf