

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL MÉTODO DE MCKENZIE COMO TRATAMIENTO A RADICULOPATÍA POR COMPRESIÓN DE HERNIA DISCAL A NIVEL LUMBAR EN DEPORTISTAS DE HALTEROFILIA AMATEUR DE UN RANGO DE EDAD 20 A 30 AÑOS



Que Presenta

**María Gabriela Santis Mejía**

Ponente

**Lic. Flor de María Molina Ortiz**

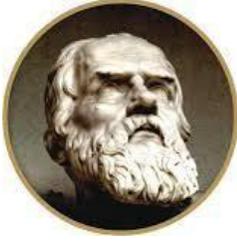
Director de tesis

**Lic. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2023





**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



# Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL MÉTODO DE MCKENZIE COMO TRATAMIENTO A RADICULOPATÍA POR COMPRESIÓN DE HERNIA DISCAL A NIVEL LUMBAR EN DEPORTISTAS DE HALTEROFILIA AMATEUR DE UN RANGO DE EDAD 20 A 30 AÑOS



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

**María Gabriela Santis Mejía**

Ponente

**Lic. Flor de María Molina Ortiz**

Director de Tesis

**Lic. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala.

2023

**INVESTIGADORES RESPONSABLES**

<b>Ponente</b>	María Gabriela Santis Mejía
<b>Director de Tesis</b>	Lic. Flor de María Molina Ortiz
<b>Asesor Metodológico</b>	Lic. María Isabel Díaz Sabán



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 04 de noviembre 2023

Estimada alumna:  
**María Gabriela Santis Mejía**

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto “**Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del método de McKenzie como tratamiento a radiculopatía por compresión de hernia discal a nivel lumbar en deportistas de halterofilia amateur de un rango de edad 20 a 30 años**” correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarla y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Haly Guadalupe  
Cristina Caxaj Interiano  
secretario

Lic. Noemí Hilda  
Martínez Florián  
presidente

Lic. Flor de María  
Molina Ortiz  
Examinador



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 26 de noviembre 2021

Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo  
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del método de McKenzie como tratamiento a radiculopatía por compresión de hernia discal a nivel lumbar en deportistas de halterofilia amateur de un rango de edad 20 a 30 años”** de la alumna **María Gabriela Santis Mejía**.

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, la autora y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente

  
Lic. Flor de María Molina Ortiz  
Asesor de tesis  
IPETH – Guatemala



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 29 de noviembre 2021

Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la alumna **María Gabriela Santis Mejía** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del método de McKenzie como tratamiento a radiculopatía por compresión de hernia discal a nivel lumbar en deportistas de halterofilia amateur de un rango de edad 20 a 30 años”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón  
Revisor Lingüístico  
IPETH- Guatemala



**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y  
HUMANIDADES A.C. LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA COORDINACIÓN DE  
TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA**

**DIRECTOR DE TESINA**

<b>Nombre del Director:</b> LFT. Flor de María Molina Ortiz
<b>Nombre del Estudiante:</b> María Gabriela Santis Mejía
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del método de McKenzie como tratamiento a radiculopatía por compresión de hernia discal a nivel lumbar en deportistas de halterofilia amateur de un rango de edad 20 a 30 años
<b>Fecha de realización:</b> Otoño 2021

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus estudios de licenciatura.	X		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizado.	X		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		
8.	El planteamiento es claro y preciso. claramente en qué consiste su problema.	X		
9.	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	X		
10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	X		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
12.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		

13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	X		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

**Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución**




---

**Lic. Flor de María Molina Ortiz**



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA COORDINACIÓN DE TITULACIÓN  
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA**

**ASESOR METODOLÓGICO**

<b>Nombre del Asesor:</b> Lic. María Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante:</b> María Gabriela Santis Mejía
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del método de McKenzie como tratamiento a radiculopatía por compresión de hernia discal a nivel lumbar en deportistas de halterofilia amateur de un rango de edad 20 a 30 años
<b>Fecha de realización:</b> Otoño 2021

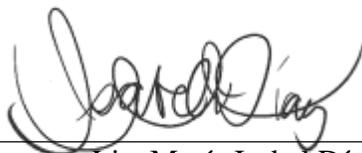
**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
<b>1</b>	<b>Formato de Página</b>			
a.	Hoja tamaño carta.	X		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	X		
c.	Margen izquierdo a 3.0 cm.	X		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	X		
e.	Paginación correcta.	X		
f.	Números romanos en minúsculas.	X		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	X		
h.	Todos los títulos se encuentran escritos de forma correcta.	X		
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
j.	Color fuente negro.	X		
k.	Estilo fuente normal.	X		
l.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
m.	Texto alineado a la izquierda.	X		
n.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
o.	Interlineado a 2.0	X		
p.	Resumen sin sangrías.		X	
<b>2.</b>	<b>Formato Redacción</b>			
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medido.	X		
d.	Continuidad en los párrafos.	X		
e.	Párrafos con estructura correcta.	X		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	X		
g.	Correcta escritura numérica.	X		

h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	Uso correcto de tildes.	X		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
<b>3.</b>	<b><i>Formato de Cita</i></b>	<b><i>Si</i></b>	<b><i>No</i></b>	<b><i>Observaciones</i></b>
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
<b>4.</b>	<b><i>Formato referencias</i></b>	<b><i>Si</i></b>	<b><i>No</i></b>	<b><i>Observaciones</i></b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
<b>5.</b>	<b><i>Marco Metodológico</i></b>	<b><i>Si</i></b>	<b><i>No</i></b>	<b><i>Observaciones</i></b>
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

**Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución**



Lic. María Isabel Díaz Sabán

### DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 29 del mes de noviembre del año 2021.

Acepto la entrega de mi Título Profesional, tal y como aparece en el presente formato.

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

L.F.T. Flor de María Molina Ortiz



**Asesor Metodológico**  
Función

Lic. María Isabel Díaz Sabán



**Coordinador de Titulación**  
Función

L.F.T. Diego Estuardo Jiménez Rosales



Autorizan la tesina con el nombre de:

Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del método de McKenzie como tratamiento a radiculopatía por compresión de hernia discal a nivel lumbar en deportistas de halterofilia amateur de un rango de edad 20 a 30

Realizada por el estudiante:

María Gabriela Santis Mejía

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título y Cédula Profesional como Licenciado en Fisioterapia.



**IPETH**  
Titulación Campus Guatemala  
Firma y Sello de Coordinación de Titulación

## **Dedicatoria**

La presente tesis está dedicada Dios por el privilegio que me otorga cada día al poder realizar y desempeñarme en lo que me apasiona, quien me da la fuerza, el entendimiento y la sabiduría para desenvolverme.

A mis padres, especialmente a mi mamá quien por su amor y apoyo en este proceso, por guiarme en momentos donde existió duda y por alegrarse junto a mí en esas pequeñas victorias. Al igual que se la dedico a mis hermanos, Daniel, Juan Carlos y Alejandro, quienes con sus acciones demostraron su apoyo y me motivaron a seguir adelante.

A mi entrenador Raúl, por su fe depositada en mi persona, por siempre exigirme ser una mejor persona y sus enseñanzas invaluable.

A mi directora de tesis y asesora metodológica, Lic. Flor de María y Lic. Isabel, quienes me guiaron en este proceso y brindaron sus conocimientos.

A mis amigos presentes y pasados, quienes trajeron otra clase de alegría, compartieron sus experiencias, me apoyaron en momentos difíciles y sin esperar nada a cambio estuvieron a mi lado. A todos ustedes les dedico este trabajo de investigación y mi carrera profesional.

**M. Gabriela Santis M.**

## **Agradecimientos**

A Dios por darme la sabiduría y ser mi guía en cada momento específico durante mi carrera profesional. Toda la gloria y honra sean para Él.

A mis padres quienes me motivaron a seguir adelante y me apoyan en cada decisión y circunstancia que transcurro de mi desempeño y especialmente a mi mamá que con todo el amor que me ha brindado me impulsa a seguir adelante y a mis hermanos, Daniel, Juan Carlos y Alejandro, por mostrarme de lo que puedo llegar a ser capaz y me alentaron a continuar.

A mi entrenador, Raúl, quien con mucha paciencia me ha alentado a seguir adelante y no darme por vencida, a dar una mejor versión de mí y a mis catedráticos universitarios quienes me han guiado en mi aspecto profesional.

A mis amigos quienes siempre estuvieron para apoyarme e hicieron cada día y noche de estudio más alegre. A Mash quien me acompañó desde el inicio de mi carrera y sin decir una palabra me hizo sentir feliz en este proceso.

De corazón estoy agradecida con cada uno de ustedes, que el buen Dios los bendiga.

**M. Gabriela Santis M.**

## **Palabras clave**

Método de McKenzie

Radiculopatía lumbar

Método de diagnóstico y terapia mecánica

Hernia discal

Dolor lumbar crónico

Dirección preferencial

Síndrome de derangement

Centralización del dolor

# Índice

Portadilla.....	i
Investigadores responsables .....	ii
Carta aprobación de examen privado.....	iii
Carta aprobación asesor de tesis .....	iv
Carta aprobación revisión lingüístico.....	v
Listas de cotejo .....	vi
Hoja de dictamen de Tesis .....	x
Dedicatoria.....	xi
Agradecimientos .....	xii
Palabras clave.....	xiii
Resumen.....	1
Capítulo I .....	2
Marco Teórico.....	2
1.1 Antecedentes generales .....	2
1.1.1 Anatomía.....	2
1.1.2 Fisiología.....	9
1.1.3 Halterofilia – Levantamiento de potencia .....	13
1.1.4 Biomecánica .....	19
1.1.5 Hernia discal.....	22
1.1.6 Radiculopatía lumbar .....	23

1.1.7	Factores de riesgo.....	24
1.1.8	Fisiopatología.....	25
1.1.9	Sintomatología.....	25
1.1.10	Diagnóstico.....	26
1.2	Antecedentes específicos.....	26
1.2.1	Tratamiento farmacológico.....	26
1.2.2	Tratamiento quirúrgico.....	28
1.2.3	Tratamiento fisioterapéutico.....	28
Capítulo II	.....	35
Planteamiento del Problema	.....	35
2.1	Planteamiento del problema.....	35
2.2	Justificación.....	37
2.3	Objetivos.....	38
2.3.1	Objetivo general.....	38
2.3.2	Objetivos específicos.....	39
Capítulo III	.....	40
Marco Metodológico	.....	40
3.1	Materiales.....	40
3.2	Métodos utilizados.....	41
3.2.1	Enfoque de investigación.....	41
3.2.2	Tipo de estudio.....	41
3.2.3	Método de estudio.....	42

3.2.4	Diseño de investigación.....	42
3.2.5	Criterios de selección. ....	43
3.3	Variables .....	43
3.3.1	Variable independiente.....	43
3.3.2	Variable dependiente.....	43
3.3.3	Operacionalización de variables.....	44
Capítulo IV.....		45
Resultados.....		45
4.1	Resultados .....	45
4.2	Discusión.....	49
4.3	Conclusiones .....	51
4.4	Perspectivas y/o aplicaciones prácticas.....	52
Referencias.....		54
Anexos .....		58

## Índice de tablas

Tabla 1. Musculatura lumbar.....	4
Tabla 2. Distribución del plexo lumbar.....	7
Tabla 3. Categorías de peso corporal.....	15
Tabla 4. Reglamento general.....	18
Tabla 5. Principales factores de riesgo.....	24
Tabla 6 Criterios de selección.....	43
Tabla 7. Variables.....	44
Tabla 8. Resultados del primer objetivo.....	45
Tabla 9- Resultados del segundo objetivo.....	47
Tabla 10. Resultados del tercer objetivo.....	48
Tabla 11. Escala global percived effect ©.....	58
Tabla 12. Patient specific functional scale ©.....	58
Tabla 13. Cuestionario Ronald- Morris.....	59
Tabla 14. Oswestry Disability Index ©.....	59

## Índice de figuras

Figura 1. Dermatomas y miotomas.....	6
Figura 2. Plexo lumbar.....	8
Figura 3. Plexo sacro.....	9
Figura 4. Vía central del dolor.....	13
Figura 5. Biomecánica disco intervertebral.....	21
Figura 6 Gráfico de buscadores.....	40

## **Resumen**

El dolor lumbar es uno de los padecimientos más frecuentes de la población mundial. Este dolor puede iniciar de forma leve y aguda e irse progresando a una cronicidad. Los principales causantes son las radiculopatías generadas por trastornos en el disco intervertebral. Esto impacta negativamente los aspectos psicosociales de la persona por la discapacidad que puede llegar a desencadenar.

Se realizó una investigación acerca de los efectos fisiológicos del método de McKenzie en radiculopatías por compresión de hernia discal a nivel lumbar en deportistas amateur de halterofilia entre 20 a 30 años, en una revisión bibliográfica. Identificando los parámetros de diagnóstico y tratamiento de este método, así como los efectos fisiológicos y terapéuticos que proporciona. Definir la utilidad del método para el tratamiento de radiculopatías por compresión de hernia discal.

La metodología empleada en esta investigación fue un enfoque cualitativo, diseño no experimental, un tipo de investigación y método comparativo. Los resultados muestran que este método otorga beneficios terapéuticos estadísticamente significativos en la disminución del dolor lumbar y aumento de la funcionalidad del sujeto. Las dosificaciones del método se determinan a una correcta evaluación y clasificación del síndrome que se presenta y la dirección del movimiento se basa en esto. La utilidad del método de McKenzie es muy reducida debido a su antigüedad y falta de evidencia científica que sea clínicamente relevante.

# Capítulo I

## Marco Teórico

En el siguiente capítulo se le denomina marco teórico el cual se conforma por una descripción de los antecedentes generales como la anatomía, fisiología, biomecánica, gesto deportivo, la patología entre otras cosas. Finaliza con la descripción de los antecedentes específicos como los tratamientos médicos, quirúrgicos y fisioterapéuticos.

### 1.1 Antecedentes generales

En este apartado se describirán los antecedentes generales como la anatomía, fisiología, biomecánica de la columna lumbar, así como características generales del deporte de halterofilia. Se describe la patología de una radiculopatía por hernia discal.

#### 1.1.1 Anatomía

*Anatomía esquelética.* La columna vertebral es un grupo de diversas estructuras. Estas conforman parte del esqueleto axial del cuerpo, consta de 33 vertebras y se separa en cinco regiones, la región cervical, dorsal, lumbar, sacra y coccígea, de estas regiones las primeras tres poseen mayor movimiento articular, los cuales son la flexo-extensión, la inclinación lateral y la rotación axial, (Moore et al., 2013).

La columna lumbar se encuentra entre la región torácica y el sacro, se conforma de 5 vértebras cuyo cuerpo es de mayor tamaño y densidad. Estos cuerpos vertebrales se hallan superpuestos entre discos intervertebrales y están rodeados por los estabilizadores estáticos y dinámicos. Los estabilizadores estáticos son los ligamentos y componentes articulares de la columna, los estabilizadores dinámicos principalmente es la musculatura adyacente de la columna lumbar, (Nordín y Frankel, 2004).

Las características de las vértebras lumbares es que tienen un cuerpo muy grande y de forma cuneiforme desde una vista superior. El foramen vertebral tiene una forma triangular y más grande que las torácicas, pero de menor tamaño a comparación de las cervicales. Las apófisis transversas son largas y delgadas y las apófisis espinales son de características cortas, gruesas, anchas y tienen una forma como hacha, (Cailliet, 2006).

El disco intervertebral [DIV] es una estructura elástica que se compone por material mucopolisacárido [ácido hialurónico, condroitín-sulfato y querato-sulfato] con fibras anulares. Estas fibras se conforman de capas de colágeno tipo II con una dirección oblicua que se insertan en la placa terminal de las dos vértebras adyacentes. El anillo pulposo que se forma se envuelve al núcleo pulposo en la parte central. El núcleo pulposo está compuesto por agua 70-90% y proteoglicanos 15-20%, con una matriz hidrofílica que por medio de la osmosis absorbe agua dependiendo de su función diaria, (Cailliet, 2006).

Los ligamentos lumbares son un conjunto de tejido conectivo uniaxial que da estabilidad a las vértebras, distribuyen las cargas y amortiguan las fuerzas de

cizallamiento. Tiene como característica la resistencia de fuerzas de tensión, pero cuando se aplica una fuerza de compresión su estructura se ensancha. Los ligamentos que intervienen en las articulaciones a nivel de la columna de anterior a posterior son: Ligamento longitudinal anterior, ligamento longitudinal posterior, ligamento amarillo, ligamentos capsulares, ligamento interespinoso y ligamento supraespinosos, (Lomelí y Larrinúa, 2019).

El movimiento es accionado por la musculatura de tronco y espinal. Estos trabajan de forma armónica según el grado de movimiento. La flexo-extensión, inclinación lateral y la rotación son estos grados de movimiento, (Moore et al., 2013).

Tabla 1. Musculatura lumbar.

Músculo	Origen	Inserción	Acción
<b>Cuadrado lumbar</b>	Ligamento iliolumbar, cresta iliaca y bordes superiores de las apófisis transversas de las 3 a 4 últimas vértebras lumbares	Borde inferior de la última costilla y apófisis transversas de las primeras 4 vértebras lumbares superiores	Bilateral: extensión de columna y fija las últimas dos costillas durante la respiración. Unilateral: realiza inclinación lateral y deprime la última costilla
<b>Psoas mayor</b>	Apófisis trasversas de L1-L4 y porciones laterales de los cuerpos vertebrales	Trocánter menor del fémur	Flexión de cadera y de columna vertebral.
<b>Dorsal ancho</b>	Apófisis espinosa de las últimas 6 vértebras torácicas, últimas 3-4 costillas, fascia toracolumbar desde las vértebras lumbares y sacras hasta el tercio posterior del borde exterior de la cresta iliaca y porción del ángulo inferior de la escapula	Surco intertubercular del húmero	Inserción fija Bilateral: hiperextensión de columna e inclinación anterior de la pelvis. Unilateral: inclinación lateral de columna vertebral.
<b>Recto abdominal</b>	Cresta púbica y sínfisis	Cartílagos costales desde la quinta hasta la séptima costilla y apófisis xifoides del esternón.	Flexión de columna vertebral
<b>Oblicuo mayor (fibras anteriores)</b>	Superficie externa de las costillas 5-8.	En aponeurosis de la línea alba	Bilateral: flexionan la columna vertebral.

Músculo	Origen	Inserción	Acción
			Unilateral: rotación de la columna, activación contralateral.
<b>Oblicuo mayores fibras laterales</b>	Superficie externa de la 9-12 costillas	Ligamento inguinal, espina ilíaca anterosuperior y tubérculo púbico y borde externo de la mitad anterior de la cresta iliaca	Bilateral: flexión de columna e inclina la pelvis hacia posterior. Unilateral: inclinación lateral, activación ipsilateral.
<b>Oblicuo menor</b>	Tercio anterior de la línea intermedia de la cresta iliaca.	Borde inferior de la 10-12 costilla y aponeurosis línea alba.	Rotación de columna, activación contralateral.
<b>Ileocostal lumbar</b>	Tendón común posterior de la cresta ilíaca, posterior al sacro, ligamentos sacroilíacos, y supraespinoso.	Por tendones hasta los bordes inferiores de los ángulos de las 6-7 costillas inferiores	Bilateral: extensión de columna. Unilateral: inclinación lateral de columna, activación ipsilateral. Rotación de columna, activación contralateral.
<b>Longuísimo</b>		Fibras discurren superiormente hacia las costillas entre los tubérculos y ángulos hacia las apófisis transversas torácicas y cervical, apófisis mastoides y hueso temporal.	
<b>Espinoso</b>		Fibras discurren superiormente hacia apófisis espinosas torácicas superiores.	
<b>Transverso espinoso (profundo)</b>	Apófisis transversas	Apófisis espinosas de las vértebras superiores	Extensión de columna vertebral
<b>Multífidos</b>	Apófisis transversa desde L5-C4	Fibras pasan oblicuamente supero medialmente a lo largo de las apófisis espinosas de las vértebras localizadas 2-4 por arriba de la vértebra de origen.	Estabiliza las vértebras en movimientos locales, extensión de columna y rotación en sentido contralateral.
<b>Rotadores cortos y largos</b>	Apófisis transversas	Las fibras pasan supero medialmente a la apófisis transversa y espinosa de la vértebra inmediatamente por encima de la vértebra de origen (cortos) o dos segmentos por encima de la vertebra de origen (largos).	Extensión y rotación columna vertebral.

Elaboración propia con información de los autores, Kendall, Moore y Lomelí-Rivas. Musculatura principal que interviene con los movimientos de la columna lumbar.

**Anatomía plexo lumbar.** Los nervios espinales son un tipo de nervios del sistema nervioso periférico, conectan el sistema nervioso central con los músculos, receptores sensitivos y glándulas de todo el organismo. Estos nervios se originan en segmento específico de la médula espinal en pares y de forma bilateral y

dependiendo de la región en la que se encuentra se identifica con una letra y un número, (Tortora y Derrickson, 2013).

Toda raicilla nerviosa que se origina de la parte anterior de la médula espinal forma una vía eferente o motora que lleva la información desde la asta anterior de la sustancia gris medular hasta el órgano periférico efector, [ej. músculo cuadrado lumbar]. Las raicillas nerviosas que se originan en la parte posterior de la médula espinal forman una vía aferente o sensitiva contiene un ganglio donde se encuentran los cuerpos de las neuronas sensitivas, viajan de manera periférica hasta las terminaciones sensitivas a la asta posterior de la sustancia gris medular. Las raicillas nerviosas se unen en el foramen intervertebral inferior donde forman el nervio espinal mixto ya que lleva información sensitiva y motora, (Moore et al., 2013).

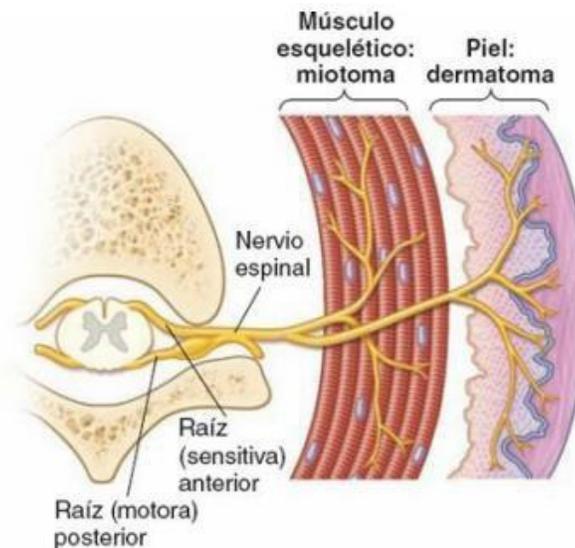


Figura 1. Dermatomas y miotomas.

Fuente Moore et al., 2013. Se representa de forma esquemática la inervación de un dermatoma y un miotoma por un mismo nervio espinal

El plexo lumbar se conforma de los nervios espinales de L1 a L4, aunque tiene una pequeña aportación de T12. Tiene un entrecruzamiento mínimo de las fibras. El plexo lumbar pasa de forma oblicua hacia afuera por el músculo psoas mayor y justo por delante del cuadrado lumbar formando una porción anterior y posterior. De forma general el plexo lumbar inerva la pared anterior y latera del abdomen, los miembros inferiores y los genitales externos. Todas las divisiones anteriores inervan la musculatura aductora de la parte medial del músculo y las divisiones posteriores inervan a los flexores de cadera y extensores de rodilla de la parte anterior del muslo. Inerva la pared anterior y latera del abdomen, los miembros inferiores y los genitales externos, (Tortora y Derrickson, 2013).

Tabla 2. Distribución del plexo lumbar

<b>Nervio</b>	<b>Origen</b>	<b>Distribución</b>
<b>Iliohipogástrico</b>	L1	Musculatura de la pared anterior y lateral abdominal, y la piel de la región inferior abdominal y glútea.
<b>Ilioinguinal</b>	L1	Musculatura de la pared anterior y lateral abdominal. Piel de la región superior y medial del muslo; en hombres, raíz del pene y escroto y en mujeres, labios mayores y monte de Venus.
<b>Genitofemoral</b>	L1-L2	Músculo cremáster. Piel región anterior y medial del muslo; en hombres, escroto y mujeres labios mayores.
<b>Cutáneo lateral del muslo (femorocutáneo)</b>	L2-L3	Piel de la región anterior, lateral y posterior del muslo.
<b>Femoral</b>	L2-L4	Musculatura flexora de cadera y extensores de rodilla. Piel, región anterior y medial del muslo y parte interna de la pantorrilla y piel. Es el nervio más grande del plexo lumbar.
<b>Obturador</b>	L2-L4	Musculatura aductora de pierna. Piel de la cara medial del muslo

Fuete Tortora y Derrickson, 2013. Distribución de la inervación del plexo lumbar, a nivel muscular y cutáneo.

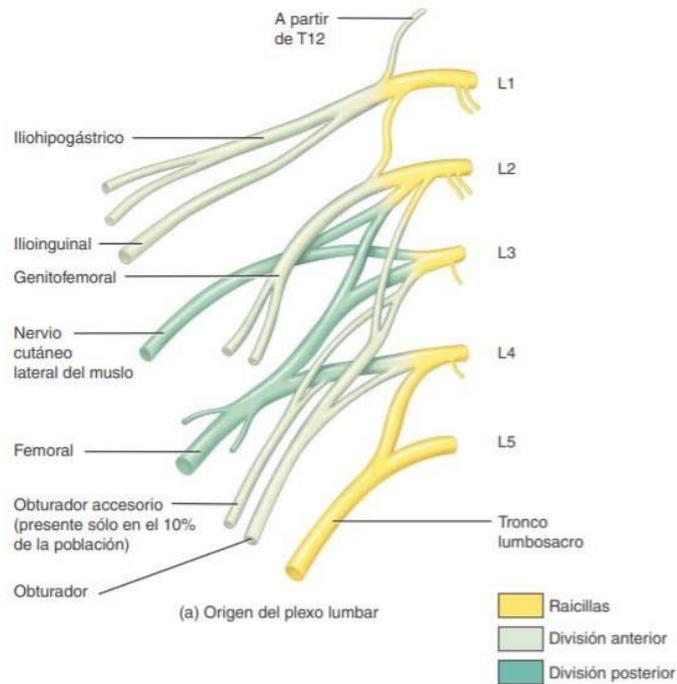


Figura 2. Plexo lumbar.

Tortora y Derrickson 2013. Vista anterior del plexo lumbar desde el origen y el entrecruzamiento de los nervios del plexo lumbar.

**Anatomía del plexo sacro.** Todas las raíces de los nervios espinales anteriores desde L4-L5 y S4-S5 conforman el plexo sacro. Este en su gran mayoría se dispone a lo largo de la parte anterior del sacro e inerva a la región glútea, el periné y las extremidades inferiores. Posee el nervio más largo del organismo que es el nervio ciático. Este Nervio se conforma por dos nervios y se distribuye en el tibial y peroneo común, ambos se unen por medio de una vaina de tejido conectivo, (Tortora y Derrickson, 2013).

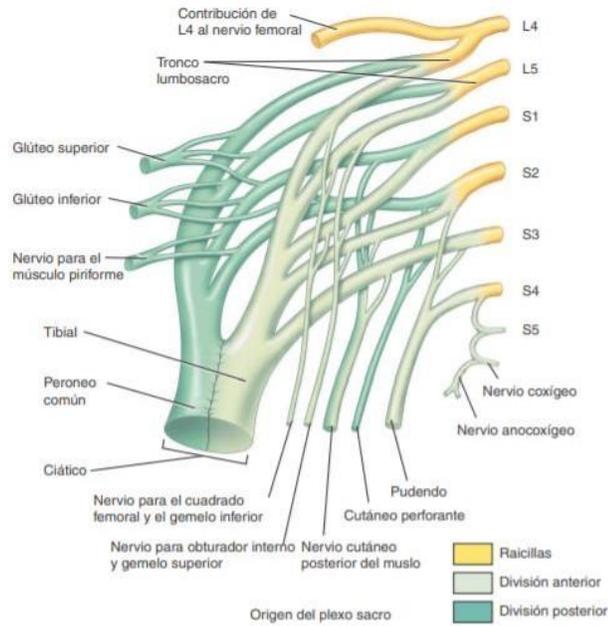


Figura 3. Plexo sacro

Fuente Tortora y Derrickson, 2013. Vista anterior del plexo sacro desde el origen y el entrecruzamiento de los nervios.

### 1.1.2 Fisiología

***Fisiología de la columna vertebral.*** La columna vertebral posee 2 curvaturas anteroposteriores, se llaman lordosis y cifosis, en cada región de la columna recibe su propio nombre [ej. Lordosis lumbar y cifosis torácica]. Estas curvaturas se ajustan con respecto a la línea de la gravedad, (Cailliet, 2006).

Las principales funciones de la columna vertebral son proteger la médula y los nervios espinales, distribuir cargas de la cabeza y tronco a la pelvis, unir el esqueleto apendicular con el axial y también juega un papel importante en la, postura y la locomoción, (Moore et al., 2013).

***Fisiología del disco intervertebral.*** Los discos intervertebrales en general por la forma en que se encuentran superpuestos entre cada cuerpo vertebral tienen

crean una estructura semirrígida y continua entre todos los segmentos de la columna. Su principal función se trasmite y absorbe las cargas mecánicas lo cual brinda la flexibilidad y movimiento a la columna vertebral. La porción interna del DIV, el núcleo pulposo es una estructura gelatinosa compuesto de glucosaminoglicanos hidrofílicos. Quiere decir, que tienen afinidad con el agua, también se conforme el envejecimiento hay una menor cantidad de glucosaminoglicanos poseemos por lo que se deshidrata con mayor facilidad. Con las actividades de la vida diaria y el descanso se genera una rehidratación del DIV por medio de la osmosis, (Nordín y Frankel, 2006).

El núcleo pulposo se encuentra rodeado por el anillo fibroso compuesto de fibrocartílago con una disposición cruzada de las fibras de cartílago de tipo I. Esto permite soportar las cargas de cizallamiento y flexión. Se forman aproximadamente 15 a 25 capas concéntricas de 0.05 mm de espesor aproximadamente. Cada fibra tiene una orientación de 25-45° en un plano transversal, dependiendo de qué tan cerca esté al núcleo pulposo estas varían de dirección. La orientación de las fibras provee la resistencia a las fuerzas tensiles y la absorción de cargas que ejerce el núcleo pulposo, (Lomelí y Larrinúa, 2019).

***Fisiología del dolor.*** La fisiología del dolor inicia desde que el nociceptor recibe un estímulo exógeno o endógeno que puede estar relacionado a un mecanismo químico, térmico o mecánico. El nociceptor traduce la información recibida en un estímulo eléctrico para que este pueda viajar a través del nervio periférico aferente primario [fibra C o fibra A-Delta] hacia el sistema nervioso

central. Este viaje lo hace por medio de múltiples potenciales de acción, (Camerón, 2018).

Las fibras tipo A delta poseen vaina de mielina que permite que la conducción del impulso nervioso logre viajar a mayor velocidad [4-30 m/s], El diámetro de estas fibras es de 1.5  $\mu\text{m}$ . Las fibras tipo C no poseen vaina de mielina por lo que el impulso nervioso viaja a una menor velocidad [0.4-2 m/s] y su diámetro es de menor tamaño 0.3-1.5  $\mu\text{m}$ . El tipo de dolor que va a desencadenar las fibras de tipo C será más tardío, como un ardor, difuso y prolongado, y en las fibras de tipo A-delta el tipo de dolor será breve, localizado y pulsátil, (Camerón, 2018).

Las fibras A-delta y C se van a dividir en 2 ramas, [ascendente y descendente], estas van a ingresar por la parte posterior de la médula espinal. Harán sinapsis con interneuronas o células T que transmitirán el dolor a él encéfalo por dos caminos diferentes, (Moore et al., 2013).

La primera vía del dolor es el fascículo neoespinotalámico que es específicamente para el dolor rápido. La fibra A-delta acaba sobre la lámina 1 [marginal] de la asta posterior de la médula, en ese punto hace sinapsis con la neurona de segundo orden que son parte del fascículo neoespinotalámico. Estas neuronas se cruzan a la asta anterior de la medula por medio de la comisura anterior y seguido sube hacia el encéfalo en la columna anterolateral, hasta llegar al tálamo y finalizan en el complejo ventrobasal al lado del fascículo de la columna dorsal-lemnisco medial [se encarga de la sensibilidad táctil]. El glutamato es el principal neurotransmisor del dolor agudo debido al su carácter excitador dura milisegundos en su liberación, (Hall y Guyton, 2016).

La segunda vía del dolor es la vía paleoespinal que transmite el dolor lento crónico. Este sistema transmite la información recibida de las fibras tipo C, estas fibras finalizan en las láminas II y III de la asta dorsal de la médula, tiene por nombre sustancia gelatinosa. El estímulo viaja en una neurona complementaria [de axón corto] a un sector cerca de la lámina V del asta posterior. La última neurona da origen a un axón largo donde se dé cruza al lado opuesto de la médula [asta anterior y asciende al encéfalo por la vía anterolateral. La sustancia P es el neurotransmisor que trabaja junto al dolor lento y crónico debido a que se libera con lentitud, (Hall y Guyton, 2016).

Solo una pequeña cantidad de las fibras llegan al tálamo, porque la mayoría de las fibras de la vía paleoespinal llegan a 3 áreas del mesencéfalo la primera es núcleo de formación reticular del bulbo raquídeo, la segunda es la región tectal del mesencéfalo profundo [colículos superior e inferior] y la tercera área es la zona gris periacueductal. Estas áreas son importantes pues son las encargadas de percibir el dolor y sufrimiento. A partir de estas áreas neuronas de axón pequeño envían la señal ascendentemente hacia el tálamo [núcleo ventrolaterales e interlaminares] y algunas pequeñas porciones al hipotálamo, (Plaghki, et al., 2018).

La estimulación eléctrica en las regiones inferiores del encéfalo, el tronco del encéfalo y los núcleos del tálamo provoca la percepción consciente de la sensación dolorosa. Aunque también la corteza cerebral realiza una interpretación de las cualidades del dolor, (Plaghki, et al., 2018).

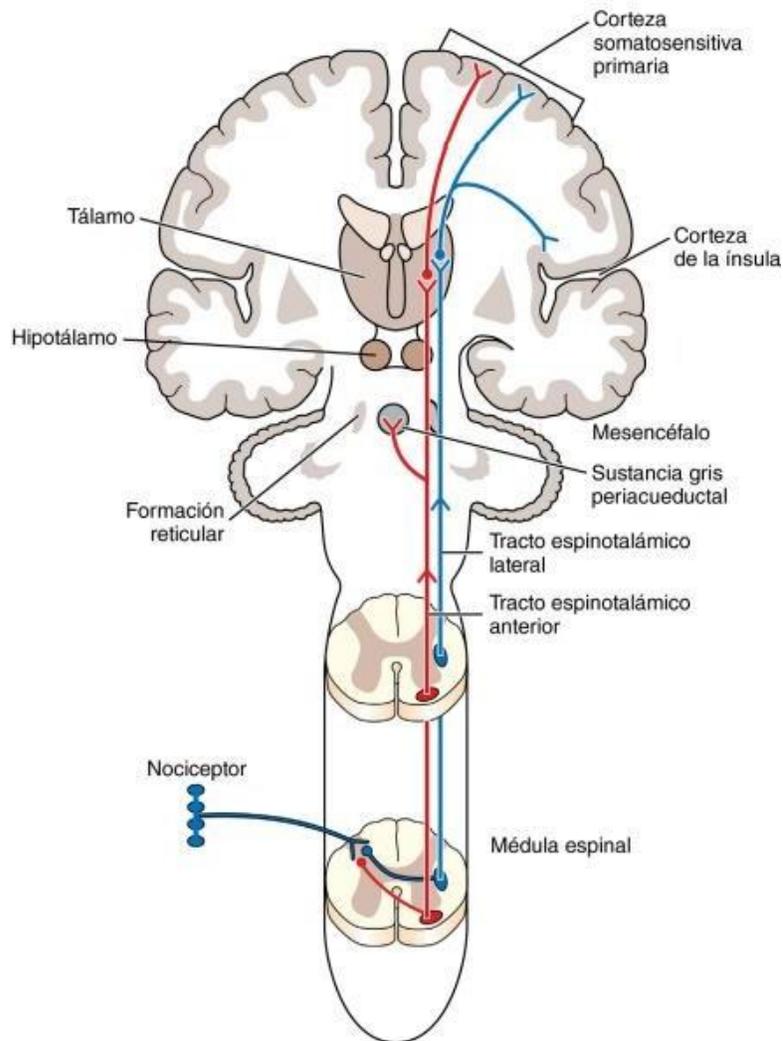


Figura 4. Vía central del dolor

Fuente: Cameron, 2018. Vía del dolor en el sistema nervioso central desde la médula espinal hasta el encéfalo.

### 1.1.3 Halterofilia – Levantamiento de potencia

**Historia.** La federación internacional de levantamiento de potencia [IWF por sus siglas en inglés] fue fundada en 1905. Originalmente era llamada Fédération Haltéophile International [FHI] pero cambió de nombre entre el año de 1972 y las olimpiadas de verano de 1976, (Olympics, 2021).

La halterofilia es un deporte de origen antiguo donde se utilizaba para medir la fuerza y fortaleza en las sociedades egipcias y griegas de la antigüedad. Con el tiempo se desarrolló como deporte internacional principalmente en el siglo XIX. El primer debut en los primeros Juegos Olímpicos modernos de 1896 estuvo presente este deporte. En estos juegos 6 atletas de 5 países participaron en los movimientos de clean, arranque con una mano y envión (IWF, 2021).

En 1905 la fundación Amateur-Athleten-Weltunion estableció 3 categorías de peso corporal para competir, las cuales eran 70 kg como peso ligero, 80 kg peso medio y arriba de 80 kg como peso pesado y se incluyeron 4 ejercicios. Con el tiempo ha ido evolucionando el deporte y las categorías, así como la inclusión de mujeres y la igualdad de género en el deporte, en el 2018 se aprobaron 10 categorías para cada género, aunque en los eventos del ciclo olímpico solo se participan 7 a 6 categorías, (Olympics, 2021).

***Categoría de competición.*** En el Deporte de halterofilia, se organiza la participación entre hombres y mujeres, cada uno cuenta con diferentes categorías tanto de edad como del peso corporal. La IWF reconoce 4 grupos de edad que se calculan con el año de nacimiento del atleta, (IWF, 2020).

- Youth: 13-17 años
- Junior: 15-20 años
- Senior: 15+ años
- Masters 35+ años

Tabla 3. Categorías de peso corporal

Junior y Senior		Youth		Juegos olímpicos		Juegos olímpicos de la juventud	
Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
55 kg	45 kg	49 kg	40 kg	61 kg	49 kg	55 kg	45 kg
61 kg	49 kg	55 kg	45 kg	67 kg	55 kg	61 kg	49 kg
67 kg	55 kg	61 kg	49 kg	73 kg	59 kg	67 kg	55 kg
73 kg	59 kg	67 kg	55 kg	81 kg	64 kg	73 kg	59 kg
81 kg	64 kg	73 kg	59 kg	96 kg	76 kg	81 kg	64 kg
89 kg	71 kg	81 kg	64 kg	109 kg	87 kg	+81 kg	+ 64 kg
96 kg	76 kg	89 kg	71 kg	+109 kg	+87 kg		
102 kg	81 kg	96 kg	76 kg				
109 kg	87 kg	102 kg	81 kg				
+ 109 kg	+ 87 kg	+102 kg	+81 kg				

Fuente IWF, 2020. Cada categoría de edad posee 10 subcategorías según el peso corporal a diferencia de los Juegos Olímpicos y los Juegos Olímpicos de la Juventud poseen menor cantidad de categorías 7 y 6 respectivamente.

Durante las competiciones cada federación puede inscribir hasta un máximo de 12 participantes de cada género o la equivalencia de 2 atletas por categoría de peso corporal. El atleta solo puede competir bajo una sola categoría de peso corporal a excepción de que las competiciones donde se combine la categoría youth con la categoría junior/senior en la que los comités organizadores deben de considerar un horario para que cada atleta compita solo una vez, (IWF, 2020).

**Modalidades de competición.** La IWF reconoce solo 2 ejercicios para competición, la arrancada [snatch] y el dos tiempos o envión [clean and jerk]. Ambos ejercicios deben de realizarse en esa secuencia, con ambas manos y con un máximo de 3 intentos en cada levantamiento, (IWF, 2020).

*Snatch.* De la posición de inicio, atleta agarra la barra con las palmas hacia abajo y doblando las rodillas. Procede a hacer un solo movimiento desde la plataforma hasta la extensión completa de ambos brazos por encima de la

cabeza, mientras las piernas se separan y amortiguan el movimiento, (IWF, 2020).

Durante este movimiento continuo hacia arriba, la barra debe permanecer cerca del cuerpo y puede deslizarse a lo largo de los muslos. Ninguna parte del cuerpo que no sean los pies puede tocar la plataforma durante la ejecución del snatch. El atleta puede recuperarse en su propio tiempo, ya sea desde una posición dividida o en cuclillas, (IWF, 2020).

*Clean and jerk.* Para el movimiento de clean comienza de la posición de inicio, atleta agarra la barra con las palmas hacia abajo y doblando las rodillas. Procede a hacer un solo movimiento desde la plataforma los hombros, mientras las piernas se separan y amortiguan el movimiento. Durante el movimiento la barra permanece cerca del cuerpo y puede deslizarse en los muslos, pero no debe de tocar el pecho antes que llegue a la posición final que es sobre las clavículas con los brazos completamente en triple flexión, (IWF, 2020).

Los pies del atleta deben volver a la misma línea y las piernas deben estar completamente extendidas antes de comenzar el Jerk. Así como en el snatch, ninguna parte del cuerpo, a excepción de los pies puede tocar la plataforma durante la ejecución del clean. El atleta puede recuperarse en su propio tiempo y debe terminar con los pies en la misma línea y paralelos al plano del tronco y la barra, la barra está centrada horizontalmente en el centro de la plataforma de competencia, (IWF, 2020).

Para ejecutar el movimiento de jerk, el atleta debe permanecer inmóvil con las rodillas completamente extendidas. El atleta dobla las piernas y dinámicamente las extiende mientras levanta los brazos por encima de la cabeza hasta llegar a una extensión completa. Puede separar y doblar las piernas para amortiguar el movimiento, (IWF, 2020).

Posteriormente el atleta regresa sus pies a la misma línea paralela al plano del tronco y la barra con sus brazos y piernas completamente extendidos. Antes de realizar el Jerk el atleta puede ajustar la posición de la barra para cambiar el agarre del pulgar, si la respiración se ve comprometida, si la barra está causando dolor, (IWF, 2020).

**Reglamento.** En ambas modalidades la barra se encuentra de forma horizontal y centrada en la plataforma de competición. El atleta se encuentra por la parte posterior de la barra como posición de inicio. El peso levantado debe mantenerse en la posición final inmóvil, con ambos brazos y piernas completamente extendidos y los pies en la misma línea y paralelos al plano del tronco y la barra. El atleta debe esperar la señal de los árbitros para retornar la barra a la plataforma por delante de ellos. Los árbitros darán la señal para bajar la barra hasta que el atleta se quede inmóvil en todas las partes del cuerpo, (IWF, 2020).

Tabla 4. Reglamento general

No.	Descripción de la regla
<b>A</b>	La técnica conocida como “hooking” es permitida. Esta técnica consiste en cubrir el pulgar con los otros dedos al momento de agarrar la barra.
<b>B</b>	Los árbitros pueden descartar el intento de levantamiento si la barra no sobrepasa la altura de las rodillas.
<b>C</b>	Posterior a que los árbitros den la señal de bajar la barra, el atleta debe de bajar la barra por delante de su cuerpo y se debe de soltar la barra cuando pase el nivel de los hombros.
<b>D</b>	El atleta que no pueda extender completamente el codo o sus codos debe reportar a los árbitros y al doctor asignado de la competencia para que sea evaluado.
<b>E</b>	Cuando se realiza el movimiento de snatch o clean con estilo de sentadilla, el atleta puede ayudar a su recuperación con un movimiento oscilatorio corporal mientras se encuentra en la posición de sentadilla.
<b>F</b>	El uso de carbonato de magnesio es permitido
<b>G</b>	No es permitido el uso de lubricantes, talco, crema o similares en los muslos. En caso de utilizar, se debe de retirar completamente y el tiempo de participación de la atleta continúa corriendo.

Fuete IWF 2020. Reglamento general que se aplica a cada intento de levantamiento en ambas modalidades.

***Materiales e indumentaria.*** Según el reglamento de la IWF actualizado hasta el 2020 se deben cumplir las siguientes características del escenario de competición y la indumentaria que se utiliza:

*Escenario de competición.* Debe de poseer:

- Plataforma de competición y un escenario.
- Técnicos oficiales y mesas de administración.
- Área de calentamiento.
- Área de para control de dopaje
- Área medica
- Entre otras amenidades.

### *Especificaciones de materiales.*

- Plataforma debe de ser cuadrada con medidas de 400 cm en cada lado y 10 cm de altura.
- La barra debe de pesar 20 kg para los hombres y para mujeres es de 15 kg.
- Los discos varían de color dependiendo del peso, 5 kg y 0.5 kg color blanco, 10 kg y 1 kg verde, 15 kg y 1.5 kg color amarillo, 20 kg y 2 kg color azul y 25 kg y 2.5 kg color rojo.
- Los collares o fijadores de los discos a la barra deben de pesar 2.5 kg cada uno y solo pueden utilizarse 2 por barra.
- Reloj temporalizador.

#### **1.1.4 Biomecánica**

***Biomecánica de la columna lumbar.*** La cinética de la columna lumbar se relaciona con los músculos del tronco y espinales que de manera armónica proveen esa estabilidad. Los movimientos básicos se mueven en plano X, Y y Z, esto quiere decir que tiene movimiento de flexo-extensión, inclinaciones laterales y rotaciones. Los cuerpos vertebrales están diseñados para soportar las cargas compresivas de forma progresiva, se debe a que entre más caudal se encuentre la vértebra mayor peso va a soportar. Por esta razón los cuerpos de las vértebras lumbares son más gruesas y densas para soportar la mayor cantidad de carga, (Nordín y Frankel, 2006).

A nivel vertebral las facetas articulares forman una palanca de primer grado, permitiendo biomecánicamente un ahorro de energía. Las facetas soportan 18% de la carga compresiva de la región lumbar. Las facetas articulares tienen una angulación de 90° con respecto al eje X y de 45° en el eje Y, (Nordín y Frankel, 2006).

***Biomecánica del disco intervertebral.*** La función celular en el DIV ante un estímulo mecánico se activan funciones catabólicas, anabólicas e inflamatorias. Las células responden ante los cambios de presión hidrostática. En el núcleo pulposo se inicia la producción de proteoglicanos a 0.3 mega pascales [MPa] que es 20% mayor a la normal que es de 0.1 MPa estando en una posición de cúbito supino. La carga negativa de proteoglicanos genera un potencial osmótico atrayendo agua. Estos cambios de presión hidrostática ayudan a soportar diferentes cargas y a hidratar el núcleo pulposo, (Nordín y Frankel, 2006).

En los grados de movimiento de la columna vertebral el núcleo pulposo y el anillo fibroso actúan de la forma siguiente:

- Flexión: el DIV disminuye grosor por anterior y aumenta de grosor por posterior, desplazando el núcleo pulposo hacia atrás y aumentando la tensión en la parte posterior del anillo fibroso, (Vergoesen et al., 2015).
- Extensión: El DIV disminuye de grosor por posterior y aumenta de grosor por anterior desplazando el núcleo pulposo hacia anterior y aumenta la tensión de la parte anterior del anillo fibroso, (Vergoesen et al., 2015).

- **Inclinación lateral:** El DIV disminuye grosor en el lado donde se realiza la inclinación, en otras palabras, en el lado cóncavo, desplazando el núcleo pulposo hacia el lado convexo y aumentando la tensión del anillo fibroso en el lado convexo, (Vergroesen et al., 2015).

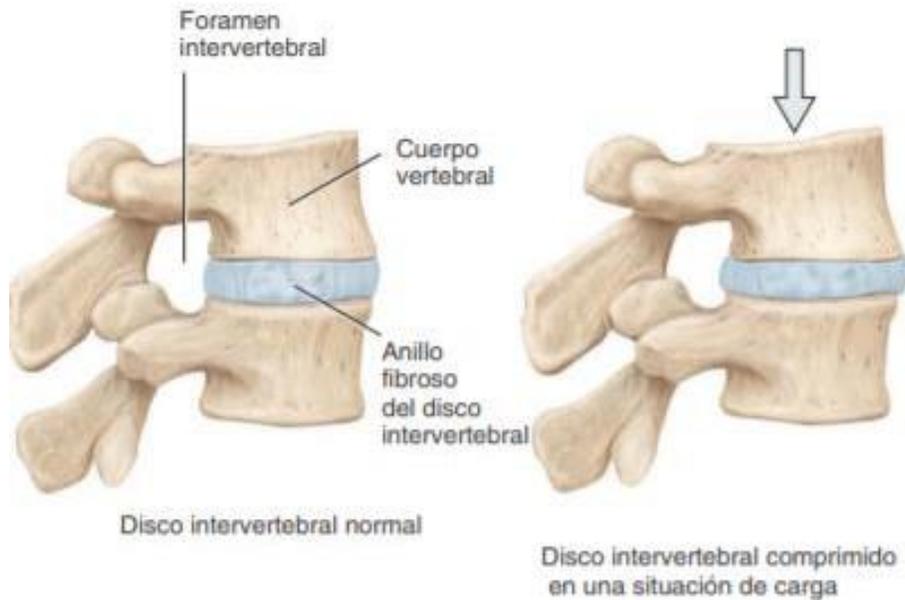


Figura 5. Biomecánica disco intervertebral.

Fuente: Tortora y Derrickson, 2013. Comportamiento del disco intervertebral ante una fuerza compresiva.

### ***Biomecánica del gesto deportivo.***

***Peso muerto.*** El movimiento se inicia con la barra sobre la plataforma, el sujeto procede a tomar la barra con las manos abiertas a nivel de los hombros, rodillas flexionadas a 90° y cadera flexionada a 110° aproximadamente con la espalda completamente erecta. Se procede a levantar la barra de la plataforma mientras se mantiene la espalda extendida y de forma neutral, extiende las rodillas y cadera en un solo movimiento. El levantamiento

es finalizado cuando la cadera se extiende por completo. La activación muscular en este gesto deportivo es la activación de los erectores de columna, el glúteo máximo y el bíceps femoral, de estos músculos el que mayor activación tiene es el bíceps femoral, (Vidar et al., 2018).

*Sentadilla.* El movimiento inicia donde la barra reposa sobre los hombros a 90° de flexión del sujeto, los codos se encuentran en máxima flexión y muñecas en su máxima extensión para poder hacer un agarre correcto de la barra. La posición de los pies debe ser a la misma altura que los hombros y ligeramente abiertos 30-45° aproximadamente, (Sjöberg et al., 2018).

En la fase de bajada se realiza un movimiento concéntrico se flexionan la cadera y las rodillas simultáneamente hasta llegar lo más cercano al piso. Mientras se realiza el movimiento se deben de mantener los codos hacia arriba, contracción isométrica de la musculatura del core para mantener la espalda erguida. En la fase de subida, se empuja desde los talones haciendo una fuerza concéntrica hacia arriba, se extienden las rodillas y la cadera de forma simultánea hasta llegar a una posición bípeda. Durante el movimiento se debe de mantener la espalda erecta, la principal musculatura activa son los glúteos máximos y los cuádriceps, (Sjöberg et al., 2018).

### **1.1.5 Hernia discal**

*Definición.* Una hernia discal es una enfermedad en la que el DIV sufre una rotura o desplazamiento del núcleo pulposo, empujando el anillo fibroso fuera de su localización común. Este desplazamiento llega a ser sintomático cuando comprime una raíz nerviosa, (Moore et al., 2013).

La diferencia entre una hernia discal y una protrusión de DIV es que la protrusión es un abombamiento por una deformidad en el anillo fibroso, pero no hay salida del contenido en el núcleo pulposo y una hernia discal si contiene una salida del contenido del núcleo pulposo, (Eguchi et al., 2016).

**Actividad celular.** Las células en el DIV degenerado se encuentran activas y están constantemente produciendo óxido nítrico, Prostaglandina E2 [PGE2], interleucina-6 [IL-6], metaloproteasas y citoquinas incluyendo la interleucina-1 alfa [IL-1 alfa] y otros factores que estimulan a los macrófagos. Estas enzimas se producen por medio del tejido de granulación que rodea la HD o también por las células condrocitos, (González-Martínez et al., 2017).

#### **1.1.6 Radiculopatía lumbar**

**Definición.** Una radiculopatía es una lesión en uno a más nervios, estas pueden ser en la raíz nerviosa o en cualquier parte del recorrido del nervio. La lesión puede ser por compresión como lo es una hernia de disco, un trauma directo o indirecto en la columna vertebral, o el plexo lesionado o una degeneración como lo es una artrosis de la columna vertebral, (Rogerson et al., 2018).

**Etiología.** La radiculopatía llega a originarse por la compresión o la disminución del espacio en el foramen intervertebral ocasionado por una hernia discal. El dolor se desencadena por el componente inflamatorio de la HD inducido por las citoquinas con propiedades neurotóxicas como la interleucina-1 alfa, el factor de necrosis tumoral-alfa [TNF-alfa] y el interferón gamma. El TNF-alfa es el responsable específico de la neuropatía inflamatoria. Toda esta red de citoquinas es

un ciclo biológico entre la degeneración discal y el dolor, (González-Martínez et al., 2017).

Otras causas de una radiculopatía pueden ser por una estenosis del canal vertebral, Artrosis de columna o espondilo artrosis, masas en la médula, Trauma directo o indirecto, infecciones como el herpes zóster, VIH, enfermedades reumáticas, diabetes mellitus, isquemia o una inflamación por una polirradiculopatía desmielinizante, (Rogerson et al., 2018).

### 1.1.7 Factores de riesgo

Existe un paradigma que influye mucho en la degeneración del DIV en una hernia discal es la disminución de la nutrición de las células llevando a una acción catabólica. La hipótesis en la que se basa es la esclerosis en el platillo vertebral va a limitar los poros por donde se da el suministro vascular del disco. Esto realizara una degeneración del DIV. Algunos factores de riesgo es el tabaquismo o enfermedades metabólicas como la diabetes mellitus, infecciones locales que desencadenen a las células a degradar la matriz del DIV, traumatismos, la obesidad o la sobrecarga de objetos externos, (Vergoesen et al., 2015).

Tabla 5. Principales factores de riesgo

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Descripción</b>
Estilo de vida individual	Historia de dolor de espalda, edad, sexo, peso, fuerza muscular, flexibilidad, metabolismo, adicciones, alimentación, entre otros
Biomecánico y fisiológico	Levantamiento de peso pesado, posturas prolongadas, vibraciones, contorsiones, posiciones en flexión prolongada o repetitiva.
Psicosociales	Depresión, ansiedad, estrés, creencias y religión, entre otras.

Fuente: Halliday et al., 2016. Descripción y ejemplos de los factores de riesgo.

### **1.1.8 Fisiopatología**

A nivel de las facetas articulares cuando la musculatura extensora resiste la carga que se ejerce en la flexión, el proceso articular superior facetario toca la lámina inferior causando una elevación en la tensión articular. Por esta razón cuando un individuo carga un objeto externo muy pesado las fuerzas compresivas de la columna se va a transmitir en las facetas articulares desarrollando un trastorno doloroso de origen facetario. También por el ángulo que se adopta en las facetas existe mayor riesgo a una HD cuando hay mayor inclinación de las facetas articulares encontramos una mayor rotación axial generando más estrés sobre el anillo fibroso y un posible daño sobre este, (Vergroesen et al., 2015).

### **1.1.9 Sintomatología**

La sintomatología suele aparecer con mayor frecuencia en solo un lado del cuerpo y la sintomatología va a depender de la localización de la compresión nerviosa, (Rogerson et al, 2018). Estas pueden incluir:

- Parestesias en los miembros inferiores o en la espalda baja.
- Debilidad en la musculatura de las extremidades inferiores.
- Hiporreflexia
- Dolor punzante en los recorridos de los dermatomas nerviosos o dolor en la zona lumbar.
- Alteración de la sensibilidad en miembros inferiores
- Dolor irradiado

### **1.1.10 Diagnóstico**

*Evaluación médica.* Los procedimientos médicos para evaluar una hernia discal o una degeneración en el disco intervertebral son por medio de imágenes como la resonancia magnética [RM], la tomografía computarizada [CT], los rayos X, o el ultrasonido se han convertido en técnicas comunes de un enfoque fiable para la captura de geometrías complejas y rasgos degenerativos, (Eguchi et al., 2016).

*Evaluación fisioterapéutica.* La evaluación fisioterapéutica se basa principalmente en la historia clínica y anamnesis del paciente. Las pruebas que puede realizar en la exploración física evalúan la movilidad espinal por medio de la goniometría y el slump test. Por otro lado, se puede clasificar el dolor y funcionalidad por medio de escalas, se encuentran en el segmento de anexos, (Szulc et al., 2015).

## **1.2 Antecedentes específicos**

En este apartado se describen los antecedentes específicos como los diferentes tratamientos que se pueden realizar ante la patología, sus características, forma de dosificación, historia, entre otros aspectos.

### **1.2.1 Tratamiento farmacológico**

*Analgésicos.* Como farmacología de primera instancia que describe Chavarría-Solís, 2014, están los siguientes medicamentos:

- Analgésicos no esteroideos se encuentra el ibuprofeno en una dosis de 400 mg cada 8 horas y naproxeno. Esto es si el dolor lumbar es agudo.
- Paracetamol 500-1000 mg cada 6 horas.
- Etofenamato 1 gramo en vía intramuscular.
- Opiáceos menores como lo es la codeína
- Miorrelajantes: benzodiazepinas o benzodiazepínicos de forma oral de 4 mg dos veces al día de 5 a 7 días si es un proceso agudo.

Fármacos de segunda instancia:

- Antidepresivos inhibidores de la recaptación de noradrenalina.
- Opiáceos mayores como la morfina u oxicodona. Estos fármacos se utilizan si y solo si, los otros tratamientos no dan una respuesta de alivio.

***Ozonoterapia.*** El ozono es un gas que se utiliza en la medicina desde el siglo XIX para tratar diferentes enfermedades a nivel molecular. Se caracteriza por tener una acción analgésica y antiinflamatoria a través de una menor producción de mediadores de inflamación, la oxidación de metabolitos que median el dolor aumenta la microcirculación sanguínea local, mejora la oxigenación tisular para la regeneración de las estructuras y elimina toxinas producidas por algún desorden fisiológico, (Garmendia et al., 2018).

### **1.2.2 Tratamiento quirúrgico**

La intervención quirúrgica debe de realizarse únicamente si los tratamientos farmacológicos o convencionales no den una respuesta de alivio durante más de dos años. No es recomendado realizar un procedimiento quirúrgico si el diagnóstico de lumbalgia no es específico. Se recomienda el tratamiento quirúrgico en pacientes cuyo dolor lumbar derivada de una infección, proceso maligno, fractura vertebral, osteoporosis, entre otros, (Chavarría-Solís, 2014).

### **1.2.3 Tratamiento fisioterapéutico**

*Terapia manual.* La terapia manual es uno de los principales tratamientos que se realizan en el síndrome de dolor lumbar crónico, estos consisten en movilizaciones o manipulaciones vertebrales. Una movilización son movimientos pasivos de baja velocidad y pueden ser de pequeña o gran amplitud articular según el rango de movimiento y control postural que presente el paciente. Las manipulaciones vertebrales son movimientos de alta velocidad o movimientos que se aplican en la articulación, por lo que son de pequeña amplitud. Esta técnica tiende a ir acompañada de una crepitación, (Rubinstein et al., 2019).

Estas manipulaciones pueden dividirse en 2 enfoques, biomecánico o neurofisiológico. El enfoque biomecánico sugiere que las manipulaciones sean según la funcionalidad vertebral y su principal objetivo es disminuir el estrés mecánico. El objetivo neurofisiológico sugiere que los efectos sean sobre la estructura paraespinal, el procesamiento del dolor y el control motor, (Ulger et al., 2017).

***Cinesiterapia.*** La palabra cinesiterapia proviene del griego que une la raíz de kinesis, movimiento y therapeia, curación por lo que se puede definir como el conjunto de procedimientos por medio del movimiento cuyo fin es el tratamiento de patologías. El movimiento puede ser activo o pasivo. Dentro del movimiento activo se subdivide en activo libre que es cuando el paciente realiza el movimiento sin ninguna ayuda y puede añadirse de alguna fuerza de resistencia, el activo asistido es cuando el sujeto realiza el movimiento activamente, pero necesita una asistencia para corregir la postura o finalizar el movimiento y el activo resistido que es cuando el sujeto realiza el movimiento completo con una fuerza opuesta a la dirección del movimiento. En la cinesiterapia pasiva es cuando el paciente no realiza ningún movimiento por lo que el terapeuta ayuda a que se realice el movimiento, (Fernández y Melian, 2013).

***Método de McKenzie.*** En la década de los 50's, Robin McKenzie, fisioterapeuta neozelandés, desarrolló un sistema terapéutico que evalúa, clasifica y da tratamiento para el dolor de la columna vertebral y extremidades. También es conocido como el método de diagnóstico y terapia mecánica [MDT]. Las técnicas que describió son muy flexibles debido a que se pueden modificar los ejercicios según la sintomatología que presente el paciente, (Szulc et al., 2015).

***Clasificación por síndromes según McKenzie.*** Sus principales puntos son, primeramente, la clasificación de los desórdenes relacionados en la columna vertebral y las extremidades; segundo, es el fenómeno de centralización y su inversa. El tercero es la clasificación del paciente según el mecanismo desencadenante, McKenzie los clasifica por síndromes [derangement, postural o

disfunción]. Por último, enfatiza en la educación activa y autonomía del paciente con el tratamiento, (Oliveira et al., 2016).

Para proceder a categorizar el dolor lumbar y su mejor intervención por medio del método de McKenzie se debe de identificar la patología que está causando la lumbalgia. Por ejemplo, si es por una estenosis espinal o por una hernia discal y esto puede identificarse por medio de diversos estudios clínicos como una radiografía o una resonancia magnética y también mediante una evaluación física, historia clínica y una adecuada anamnesis, (García, et al., 2017).

El síndrome de derangement o también llamado de desarreglo es aquel donde se presenta un estrés articular mecánico en una dirección. Es el más común de los tres síndromes mecánicos. El dolor en este puede aumentar gradualmente o de forma súbita, siendo constante o intermitente y puede moverse de lado a lado de proximal a distal. Esto es por los movimientos repetitivos o posturas prolongadas que progresivamente aumentan el daño. Los signos y síntomas pueden ser somáticos, radiculares o una combinación de ambos, esto va a depender de la severidad del daño. Lo caracteriza una disminución u obstrucción del movimiento y puede presentar una deformidad temporal o una desviación del movimiento normal, (Halliday et al., 2016).

El estrés provoca un desplazamiento del disco intervertebral en un sentido contrario a la fuerza ejercida. Como resultado disminuye la movilidad y la sintomatología puede ser local o se puede irradiar a lo largo del área o una extremidad. Por lo cual, McKenzie describe que si se realiza una fuerza en la dirección opuesta la sintomatología disminuirá. Si esto llega a suceder entonces el

dolor se categoriza como derangement reducible, pues presenta un buen pronóstico de mejoría; pero si por el contrario no hay una respuesta de la sintomatología se le clasifica como derangement irreducible, (Sagi et al., 2011).

El síndrome de disfunción el dolor nunca es constante y aparece únicamente cuando las estructuras se cargan con un estrés mecánico. Por lo que si se elimina esa carga el dolor de forma inmediata disminuye. Esto es porque hay una alteración del tejido blando [como una adherencia o una mala cicatrización]. El dolor se desencadena al momento de presentar una fuerza de tensión y será de una forma local, pero al momento de eliminar la fuerza tensora el dolor desaparecerá, (Szulc et al., 2015).

El síndrome postural es aquel donde no existe una patología o alteración articular, pero se presenta el dolor local ante una posición mantenida durante mucho tiempo. El dolor tiende a desaparecer inmediatamente al cambiar la postura. Si la postura se mantiene por un largo período de tiempo y de forma periódica, el síndrome puede alterar los componentes articulares, (Sagi et al., 2011).

Dado lo anterior los ejercicios descritos por McKenzie se basan en la educación del paciente en cuanto el dolor y su patología. Se realizan posturas estáticas donde se adoptan posiciones que reduzcan la sintomatología, corregir la postura y solucionar el problema. La posición que generalmente se utiliza es la extensión de columna, esta se puede realizar en bipedestación o en decúbito prono, pero también se pueden involucrar los otros grados de movilidad de la columna. Estas posiciones progresan en cuanto dificultad o fuerza ejercida, (García et al., 2017).

*Evaluación clínica.* La evaluación debe de poseer 3 objetivos principales los cuales son identificar los indicadores de evolución, clasificar según la sintomatología presentada y evaluar contraindicaciones o banderas rojas o amarillas. Se responderán esos tres objetivos por medio de una anamnesis, que es una recolección de datos subjetivos como el dolor y sus características, sintomatología y datos objetivos como limitaciones funcionales, aspecto laboral, fármacos ingeridos, entre otros, (Szulc et al., 2015).

Posterior a la anamnesis, se realiza una exploración clínica como la evaluación postural o del gesto deportivo/laboral, amplitud articular, palpación de la musculatura adyacente en busca alguna lesión musculoesquelética, buscar posiciones o aspectos que atenúen o agraven el dolor, (Sagi et al., 2011).

*Dosificación.* La periodización de tratamiento varía entre 4 a 8 semanas de tratamiento de 2 a 4 sesiones semanales. Las sesiones duran entre 45 minutos a 1 hora y estas pueden ser sesiones individuales o grupales. Y se debe hacer énfasis en la educación del dolor al paciente en cada sesión, (Lam et al., 2018).

Las sesiones constan de un programa de ejercicios donde se incluye el fortalecimiento y activación de la musculatura estabilizadora del área lumbar y abdominal, contracciones aisladas, flexibilidad y movilidad espinal. Durante la sesión es importante que el terapeuta realice comandos visuales y táctiles para una mejor retroalimentación al paciente. Así mismo, se debe realizar un

programa de ejercicios en casa para un mayor involucramiento del paciente con su tratamiento, (Halliday et al., 2016).

**Efectos.** Basado en la evidencia, los efectos fisiológicos que proporciona el método de McKenzie es la activación del sistema inmune aumentando la liberación de citoquinas IL-4 las cuales contribuyen a la disminución de dolor. También se han mostrado que el método de McKenzie proporciona beneficios terapéuticos como el disminuir la ingesta de fármacos analgésicos, proporcionar una mejora en la funcionalidad y calidad de vida en el individuo con síndrome de dolor lumbar, (Oliveira et al., 2016).

**Indicaciones.** Como describe Alhakami et al., 2019 las indicaciones y contraindicaciones para aplicar el método de McKenzie son las siguientes:

- Estenosis espinal
- Déficit motor
- Dolor constante e irradiado por irritación en la raíz nerviosa
- Dolor crónico
- Inestabilidad articular
- Debilidad o rigidez muscular
- Parestesias o dolor por debajo de la rodilla
- Hernias discales
- Lumbalgias
- Radiculopatías

*Contraindicaciones.*

- Tumores malignos
- Metástasis
- Enfermedades neurológicas progresivas
- Sospecha de fractura vertebral
- Enfermedades que debiliten el tejido óseo

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

En el siguiente capítulo se le denomina planteamiento del problema el cual se conforma por una descripción del planteamiento del problema a investigar, la justificación de la investigación con sus elementos como la magnitud, trascendencia, impacto, entre otros. Finaliza con el objetivo general y los objetivos particulares.

#### **2.1 Planteamiento del problema**

Una hernia de disco lumbar es un desplazamiento del disco intervertebral, donde este sale de los márgenes normales del espacio intervertebral, estas pueden ser asintomáticas o sintomática causando dolor, pérdida de fuerza muscular, parestesias a lo largo de la distribución de un dermatoma o miotoma específico del área lumbar o miembros inferiores, (Kaliya, et al., 2018).

La hernia discal va a generar sintomatología como limitación funcional y de discapacidad, esto es si y solo si comprime una estructura adyacente como la médula espinal o raíz nerviosa. Su severidad va a depender a de la extensión y nivel de la lesión en estas estructuras. Si la hernia discal afecta la médula espinal en el área lumbar, pueden existir niveles de parálisis, o plejia a nivel de miembro inferior, si se llega a afectar las raíces nerviosas, existirán ciertos grados de debilidad muscular, parestesias, dolor y alteraciones de

la sensibilidad. Esto puede llegar a interferir con las actividades de la vida diaria, deportivas y laborales del paciente. La radiculopatía a nivel lumbar es más frecuente en el nivel de L4-L5 con un 42.4%, y la menos frecuente es a nivel de L1-L2 con un 1.13%, (Vialle et al., 2016).

Una hernia discal es un trastorno musculoesquelético, según el estudio de Ramírez en el 2019, es de mayor frecuencia 25.1% y la mayoría de las personas afectadas son jóvenes adultos trabajadores en Lima, Perú. En Chile la I Encuesta nacional de empleo, trabajo, salud y calidad de vida de los trabajadores destaca que el dolor lumbar tiene una frecuencia de 8.9%, el dato disminuye a comparación del anterior debido a que se evaluaron diferentes áreas de trabajo. El Centro Regional de Ergonomía de Lombardía en Italia señaló que la prevalencia del dolor lumbar era similar en ambos sexos, con una relación de hombre-mujer de 3:1 en el caso de hernias discales, (Ramírez et al., 2019).

El objetivo principal del ejercicio terapéutico es involucrar el movimiento del organismo y dar una funcionalidad. El ejercicio terapéutico se basa de diferentes modalidades, principios y efectos básicos sobre los diferentes sistemas del organismo. Dentro de esas modalidades se encuentra el método de McKenzie. El ejercicio terapéutico se relaciona el movimiento con el dolor neuropático, este tratamiento tendrá beneficios dependiendo de múltiples factores como la dosificación, intensidad, frecuencia, duración del ejercicio entre otros parámetros, (Sumizono, et al., 2018).

El porcentaje de actividad física según la encuesta STEPS realizada por el ministerio de salud pública [MSPAS] en el 2015 indica que, en el área metropolitana de Guatemala, refiere que solo un 30.9% de personas realiza una actividad física insuficiente [<150 minutos de actividad de intensidad moderada por semana], donde el rango de tiempo dedicado a la

actividad física es de 51.4 minutos y el porcentaje de adultos que no realiza actividad física vigorosa es de 59.8%, (MSPAS, 2015).

Por lo anteriormente expuesto se formula la siguiente pregunta de investigación  
¿Cuáles son los efectos fisiológicos del método de McKenzie en radiculopatías por hernia discal a nivel lumbar en deportistas de halterofilia de 20 a 30 años?

## **2.2 Justificación**

La trascendencia de una radiculopatía por compresión de hernia discal es una patología muy común por lo que existen múltiples técnicas fisioterapéuticas para dar tratamiento. El principal objetivo de esta investigación es describir los efectos fisiológicos por medio de la revisión bibliográfica del método de McKenzie así de esta forma, enlistar los efectos fisiológicos de esta técnica y describir un plan de intervención de esta técnica de ejercicio terapéutico.

A nivel mundial las radiculopatías por compresión de hernia discal son más frecuentes a nivel de L4-L5 con un 42.4% y se indica que la prevalencia del dolor lumbar en relación de hombre-mujer es de 3:1 y a nivel regional el dolor lumbar en trabajadores tiene una frecuencia de 25.1% siendo la mayoría jóvenes adultos trabajadores (Ramírez et al, 2019).

El dolor, las parestesias y la debilidad muscular puede impactar negativamente en la economía social e individual, así como en el ámbito psicológico. Esto es debido a que causa limitaciones de movimiento, por lo que el individuo evita actividades que involucren mucha movilidad, entre ellas puede estar incluida la actividad laboral, deportivo o actividades de la vida diaria por lo que impone un alto problema económico en la sociedad y el individuo. La

falta de funcionalidad puede causar alteraciones en el estado de ánimo y psicológico, así mismo disminuir la calidad de vida, (Puentedura; et al; 2016).

Otros tratamientos convencionales que se emplean en las radiculopatías por hernia discal son la mecanoterapia, el uso de órtesis o soportes lumbares y tracción vertebral. Se utiliza también estiramientos y fortalecimiento muscular, terapia manual y en cuanto a los agentes físicos se utiliza electroterapia como TENS y corrientes interferenciales, aparte de termoterapia, ultrasonido y láser, (Tabares et al, 2016).

Por las razones antes mencionadas es importante identificar mediante la revisión bibliográfica los efectos fisiológicos del ejercicio terapéutico en deportistas amateur de halterofilia con un rango de edad de 20-30 años con una radiculopatía por hernia discal a nivel lumbar con el propósito de determinar protocolos de tratamiento.

Este trabajo tiene altas posibilidades de realizarse porque existe información y evidencia científica tanto de síndrome de dolor lumbar como del método de McKenzie y la manipulación vertebral. Además, se cuenta con la dirección de expertos en fisioterapia.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo general**

Identificar mediante la revisión bibliográfica los efectos fisiológicos del método de McKenzie para el tratamiento de las radiculopatías por compresión de hernia discal a nivel lumbar en deportistas amateur de halterofilia de un rango de edad 20 a 30 años.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

Identificar los parámetros de diagnóstico y tratamiento del método de McKenzie para estipular los períodos y dosificación en tratamiento, su forma de evaluación y diagnóstico.

Recopilar evidencia científica sobre los efectos fisiológicos del método de McKenzie como tratamiento a una radiculopatía por compresión de hernia discal a nivel lumbar mediante una intervención fisioterapéutica.

Determinar la utilidad del método de McKenzie mediante el análisis de los datos científicos para dar a conocer si esta intervención fisioterapéutica en radiculopatías por compresión de hernia discal a nivel lumbar es el mejor método de intervención.

## Capítulo III

### Marco Metodológico

El siguiente capítulo se describen los materiales y métodos que se utilizaron para realizar la investigación. De esta delimitación de información se obtuvieron datos relevantes para responder a los objetivos de investigación.

#### 3.1 Materiales

Para la búsqueda de información de la revisión bibliográfica fueron recolectados diferentes plataformas de búsqueda y bases de datos. Estos son PubMed, PEDro, Scielo, Elsevier, estas plataformas contienen información verídica y confiable. Así como también se utilizaron literatura impresa y digital. En la siguiente gráfica se muestra los materiales:

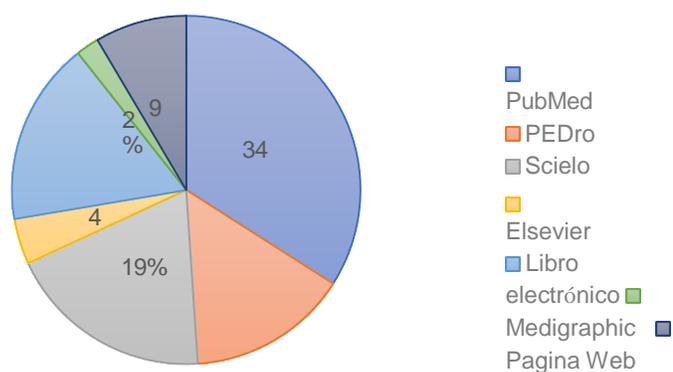


Figura 6 Gráfico de buscadore.

Fuente: Elaboración propia. Gráfico de pie de que muestra las diferentes plataformas de búsqueda para la recolección de información en la revisión bibliográfica.

## **3.2 Métodos utilizados**

### **3.2.1 Enfoque de investigación.**

Un enfoque cualitativo se basa en dispersar y esparcir data de información. Este enfoque se fundamenta en sí mismo, por lo que la investigación es subjetiva del tema investigado. La técnica de recolección de información es a través de revisiones de archivos, observación, cuestionarios abiertos, entre otros, donde se profundiza sobre el tema y se contextualiza el entorno, (Hernández-Sampieri et al., 2014).

La investigación se despliega acorde al enfoque cualitativo, donde se utiliza la recolección y análisis de información. De esta forma se busca la dispersión y expansión de la radiculopatía generada por hernia discal lumbar y evidenciar de los efectos fisiológicos, en base a la evidencia científica, del método de McKenzie

### **3.2.2 Tipo de estudio.**

“El estudio descriptivo busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice” (Hernández-Sampieri et al., 2014 p. 92). En otras palabras, se recolecta información de los conceptos o variables o intenta medir estos aspectos, ya sea de forma individual o conjunta, (Hernández-Sampieri et al., 2014).

El estudio que se eligió en esta investigación es de tipo descriptivo, busca especificar características importantes de la patología y del método de tratamiento al que se sometió a análisis. Se describieron las características de la variable dependiente y la independiente.

### **3.2.3 Método de estudio.**

El método analítico-sintético realiza un análisis y la síntesis bajo una perspectiva objetiva de un fenómeno. El análisis desarma mentalmente un fenómeno en sus cualidades, propiedades y componentes. La síntesis establece una unión de lo analizado previamente, permitiendo descubrir características semejantes o generales entre dos elementos, (Rodríguez y Pérez, 2017).

La investigación busca realizar un análisis de los datos encontrados acerca de los efectos fisiológicos que el método de McKenzie sobre una radiculopatía generada por una hernia discal a nivel lumbar en deportistas amateur de halterofilia, y realizar una síntesis de los beneficios terapéuticos del tratamiento.

### **3.2.4 Diseño de investigación.**

Un estudio no experimental es una investigación que al momento de realizarse no hay una manipulación de las variables. En este estudio se observa las variables en su contexto natural únicamente para ser analizadas o estudiadas. Un diseño transversal su principal objetivo es recopilar datos en un tiempo y momento específico, con el propósito de describir las variables y analizar e interrelacionar un momento dado, (Hernández-Sampieri et al., 2014).

En este estudio se recolecta información acerca de la patología de radiculopatía por hernia discal a nivel lumbar y la técnica de fisioterapia de método de. La recopilación de datos en esta investigación se realiza en el período de tiempo durante el 2021.

### 3.2.5 Criterios de selección.

Tabla 6 Criterios de selección.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"><li>• Artículos científicos con 7 años o menos de antigüedad.</li><li>• Artículos sobre Método de McKenzie.</li><li>• Artículos sobre radiculopatía lumbar.</li><li>• Artículos que hablen sobre la lumbalgia.</li><li>• Artículos sobre hernia discal.</li><li>• Artículos que describan la anatomía y biomecánica lumbar.</li><li>• Artículos que describan la biomecánica del gesto deportivo [Clean, Snatch, sentadilla o peso muerto] de la halterofilia.</li><li>• Artículos que se hayan encontrado en metabuscadores como Scielo, PubMed, PEDro o Elsevier.</li><li>• Artículos en inglés español y portugués.</li><li>• Libros no mayores a 10 años de antigüedad.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Artículos mayores a 7 años de antigüedad.</li><li>• Artículos que no se encuentren en los metabuscadores.</li><li>• Artículos que hablen sobre la manipulación vertebral.</li><li>• Artículos que estén en otro idioma que no sea inglés, español o portugués.</li><li>• Artículos sobre fracturas a nivel vertebral.</li><li>• Artículo que no describa la biomecánica gesto deportivo de la halterofilia.</li><li>• Libros mayores a 10 años de antigüedad.</li><li>• Artículos que describan otro segmento vertebral.</li></ul>

Fuente: elaboración propia. Se describen los criterios de inclusión y exclusión de la investigación en la selección de artículos científicos.

## 3.3 Variables

“Una variable es una propiedad que puede medirse u observarse” (Hernández-Sampieri et al., 2014 p. 105). Estas son conceptos que se puede evaluar o medir, siendo la que realiza la acción o recibe la acción, (Hernández-Sampieri et al., 2014).

### 3.3.1 Variable independiente.

La variable independiente es la variable que es modificable y con esto poder estudiar los efectos que ejerce sobre la variable dependiente. El principal interés en una investigación es la evaluación de las causas que alcanza a tener, (Hernández-Sampieri et al., 2014).

### 3.3.2 Variable dependiente.

La variable dependiente es una variable que se investiga y se debe de medir. Esta no se manipula ya que con esto se ve el efecto que ejerce la variable independiente sobre ella, (Hernández-Sampieri et al., 2014).

### 3.3.3 Operacionalización de variables.

Tabla 7. Variables.

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Fuentes</b>
Independiente	Método de McKenzie	Sistema terapéutico que evalúa, clasifica y da tratamiento para el dolor de la columna vertebral y extremidades.	Se basan en la educación del paciente en cuanto el dolor y su patología, auto tratamiento. Se realizan posturas estáticas donde se adoptan posiciones que reduzcan la sintomatología, corregir la postura y solucionar el problema.	Szulc et al., 2015.
Dependiente	Radiculopatía	Una radiculopatía es una lesión en uno a más nervios, estas pueden ser en la raíz nerviosa o en cualquier parte del recorrido del nervio.	La lesión puede ser por compresión como lo es una hernia de disco, un trauma directo o indirecto en la columna vertebral, o el plexo lesionado o una degeneración como lo es una artrosis de la columna vertebral	Rogerson et al., 2018
	Hernia discal	Una hernia discal es una enfermedad en la que el DIV sufre una rotura o desplazamiento del núcleo pulposo, empujando el anillo fibroso fuera de su localización común.	Pueden ser asintomáticas o sintomática causando dolor, pérdida de fuerza muscular, parestesias a lo largo de la distribución de un dermatoma o miotoma específico del área lumbar o miembros inferiores.	Moore et al., 2013.

Fuente: elaboración propia. Descripción de las variables dependientes e independiente.

# Capítulo IV

## Resultados

En el presente capítulo se da a conocer los artículos científicos obtenidos durante la investigación. Estos proveen resultados sobre los parámetros de tratamiento, la utilidad y los efectos fisiológicos que el método de McKenzie provee en las radiculopatías por compresión de hernia discal. Los siguientes artículos se compilan en una tabla con sus respectivos autores, el nombre del artículo, materiales y métodos y los resultados de cada investigación.

### 4.1 Resultados

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la información bibliográfica recopilada para responder el primer objetivo de investigación. El cual es, identificar los parámetros de diagnóstico y tratamiento del método de McKenzie para estipular los períodos y dosificación en tratamiento, su forma de evaluación y diagnóstico.

Tabla 8. Resultados del primer objetivo

<b>Autores y título</b>	<b>Métodos y materiales</b>	<b>Resultados</b>
Murtezani et al., 2015 A comparison of McKenzie therapy with electrophysical agents for the treatment of work-related low back pain: A randomized controlled trial	Prueba aleatoria controlada 271 pacientes con diagnóstico de dolor lumbar inespecífico con 3 meses de evolución. Se evaluaron el dolor VAS y funcionalidad ODI y movilidad espinal [Fingertip-to-floor Disability y ROM]. Dos grupos de intervención G1: 134 pacientes, MDT 10 a 15 repeticiones, 5 veces al día durante 7 sesiones en un periodo de 4 semanas G2: 137 pacientes, agentes físicos: CIF [3.85KHz, 100-130Hz, 30 min, sobre nervio espinal], ultrasonido continuo [1,5 W/cm2 durante 5 min.] y calor con lámpara infrarroja [1000 nm, 100 W a 50 cm por 15 min.] sin ningún tipo de ejercicio terapéutico. Se le dio seguimiento previo al tratamiento, inmediatamente al terminar el tratamiento y 2 y 3 meses posterior al tratamiento.	Ambos grupos tuvieron mejoras el G1 tuvo una mejora leve significativa en el dolor, funcionalidad y movilidad espinal en las primeras 4 semanas, en el segundo y tercer mes hubo una mejora más significativa en el grupo G1.

Autores y título	Métodos y materiales	Resultados
Narciso et al., 2017 McKenzie Method of Mechanical Diagnosis and Therapy was slightly more effective than placebo for pain, but not for disability, in patients with chronic non-specific low back pain: a randomized placebo-controlled trial with short- and longer-term follow-up	<p>Prueba aleatorizada controlada 179 pacientes con dolor lumbar inespecífico de mínimo 3 meses de evolución con compromiso en la raíz nerviosa. Programa de 5 semanas 10 sesiones de tratamiento de 30-40 min. Se tomaron evaluaciones antes y después del tratamiento y 3, 6 y 12 meses posterior a intervención</p> <p>G1: MDT previo al tratamiento los participantes fueron evaluados y clasificados según el síndrome y luego se individualizo el tratamiento dependiendo del síndrome en que se clasificara. Todos recibieron un libro de auto tratamiento en casa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El síndrome de derangement se identificaba la dirección del movimiento preferencial, la centralización del dolor y el alivio de dolor, realizaban 10-15 repeticiones de 3 a 5 veces por día en la dirección de movimiento preferencial</li> <li>• El síndrome de disfunción se identificaba la dirección de movimiento que causa dolor al final del movimiento y al retornar a la posición de reposo se eliminaba el dolor. Realizaban 10-15 repeticiones de 3 a 5 veces por día en la dirección de que causaba dolor.</li> <li>• El síndrome postural se les corrigió las posturas de las AVD.</li> </ul> <p>G2: Grupo placebo recibieron ultrasonido pulsado por 5 min y diatermia 25 min, donde los equipos tenían los cables internos desconectados más si realizaban los sonidos para dar el efecto placebo.</p>	<p>El G1 tuvo una gran mejora en cuanto a la intensidad de dolor al finalizar el tratamiento, el promedio de 1.00 puntos y el límite superior del CI fue de 2.10 puntos de 11 puntos según la escala NPRS [-1.00, 95%CI -2.09 al -0-01]. En cuanto a la discapacidad no existió una diferencia significativa entre ambos grupos de tratamiento en cada evolución realizada.</p>
Szulc et al., 2015 Impact of McKenzie method therapy enriched by muscular energy techniques [MET] of subjective and objective parameters related to spine function in patients with chronic low back pain	<p>Investigación clínica 60 pacientes con diagnóstico de dolor de espalda crónico por más de 1 año. Se evaluó la movilidad espinal con el electro goniometría, dolor VAS y ODI y estructura de disco espinal (MRI).</p> <p>Dividido en 3 grupos de intervención terapéutica. G1 MDT, G2 MDT + MET y G3 tratamiento convencional de fisioterapia. 10 sesiones de durante 5 semanas.</p> <p>G1 30 minutos con la técnica de hiperextensión, hiperextensión con presión y movilizaciones en hiperextensión en plano sagital 5 ciclos por día en intervalos de 2 horas 15 repeticiones cada uno.</p> <p>G2 la misma intervención del G1 + utilizaban la técnica de relajación post isométrica al final de la sesión pacientes en sedestación con los parámetros de contracción de la musculatura extensora de columna de 7-10 s con intensidad de 20-35% con 3 segundos de intervalo, 3 repeticiones y la contracción de la musculatura agonista para retornar a la posición inicial.</p> <p>G3 sesiones de 35 minutos con masaje terapéutico, laserterapia, TENS en región lumbosacra y ejercicio de fortalecimiento a la musculatura de core.</p>	<p>El G2 obtuvo el mejor resultado terapéutico a comparación de los otros dos grupos. En la movilidad cervical, torácica y lumbar se normalizo un 87.1%, 66.7% y 95% correspondientemente en comparación con los valores estandarizados.</p> <p>El índice de dolor disminuyo significativamente en los grupos G1 y G2 a diferencia del G3 basados en la escala VAS y ODI.</p> <p>La estructura del disco espinal se demostró una disminución de hernia discal en el grupo G1 y G2, mientras que el G3 no demostró ninguna reducción de la hernia discal en la resonancia magnética</p>

Fuente: recopilación propia. Resultados de los artículos científicos que responden a los parámetros de tratamiento del método de McKenzie. Método de McKenzie [MDT], Numeric pain rating [NPRS], Visual analogue scale [VAS] y Oswestry disability index [ODI].

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la información bibliográfica recopilada para responder el segundo objetivo de investigación. El cuál es, Recopilar evidencia científica sobre los efectos fisiológicos del método de McKenzie como

tratamiento a una radiculopatía por compresión de hernia discal a nivel lumbar mediante una intervención fisioterapéutica.

Tabla 9- Resultados del segundo objetivo

Autores y título	Métodos y materiales	Resultados
Alhakami et al., 2015 Effects of McKenzie and stabilization exercises in reducing pain intensity and functional disability in individuals with nonspecific chronic low back pain: a systematic review.	Revisión sistemática. Se consultaron 6 bases de datos de alta calidad, en prueba aleatorizada controlada que llenaren los criterios de inclusión los cuales son, pacientes con dolor lumbar crónico no específico, mayores de 18 años. Estudios acerca el MDT y el ejercicio de estabilización que hayan evaluado la funcionalidad y el dolor.	Se obtuvieron 10 artículos científicos. Donde menciona al autor Murtezani et al. Una mejora en dolor y el índice de funcionalidad en ambos tratamientos, pero con mayor efecto en el grupo del MDT La comparación del MDT vrs ejercicio estabilización se reflejó que el puntaje de discapacidad en el método no disminuyo a diferencia de los ejercicios de estabilización. La kinesiofobia en la utilización de la dirección de movimiento preferencial en el MDT ayudo a aliviar el dolor por consecuencia contribuyo a la seguridad psicología del participante al realizar movimiento.
Narciso et al., 2015 Identifying patients with chronic low back pain who respond best to mechanical diagnosis and therapy: secondary analysis of a randomized controlled trial	Análisis secundario de un previo estudio comparando MDT versus escuela de espalda, 148 pacientes con dolor lumbar crónico con centralización del dolor y dirección preferencial, localización de dolor e intensidad y la edad. Se evaluó el tratamiento posterior a 1 mes.	El promedio de edad en adultos mayores es de 64.81 años y en adultos jóvenes es de 43 años donde el 75% eran mujeres. El nivel de dolor de base previo al tratamiento era 8.07 puntos. El efecto del MDT disminuyó 1.42 puntos de intensidad en el dolor y 3.51 puntos en discapacidad. El efecto tuvo mayor beneficio en pacientes con edad mayor a 54 años.
Halliday et al., 2019 A randomized clinical trial comparing the McKenzie method and motor control exercises in people with chronic low back pain and a directional preference: 1-year follow-up	Prueba controlada aleatorizado, 70 pacientes con dolor lumbar de 3 meses de evolución con dirección preferencial. 12 sesiones de tratamiento del MDT versus control motor durante 8 semanas. Se evaluaron los resultados de función PSFS, recuperación perceptiva GPEQ y dolor VAS previo al tratamiento y 2 meses y 1 año posterior a la intervención. También se evaluó el grosor de la musculatura: transverso abdominal [TrA], oblicuo interno [OI] y oblicuo externo [OE] por medio de ultrasonido.	Los resultados obtenidos en el estudio no se observa un cambio significativo tanto en el grosor de la musculatura como en la funcionalidad, la percepción de recuperación y el dolor entre ambas intervenciones. En la evaluación del cambio de grosor de la musculatura el TrA [3%, 95% CI: -5%, 11%]; OI [-4%, 95% CI: -9%, 2%] y OE [3%, 95% CI: -4%, 11%]. Estos resultados nos dicen que no se puede determinar si las intervenciones aumentan o disminuyen el grosor de la musculatura debido a que incluyen el 0 en el intervalo de confianza [CI].

Fuente: recopilación propia. Resultados de los artículos científicos que responden a los efectos fisiológicos del método de McKenzie. Patient specific functional scale [PSFS] y Global perceived effect questionnaire [GPEQ].

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la información bibliográfica recopilada para responder el tercer objetivo de investigación. El cual es,

determinar la utilidad del método de McKenzie mediante el análisis de los datos científicos para dar a conocer si esta intervención fisioterapéutica en radiculopatías por compresión de hernia discal a nivel lumbar es el mejor método de intervención.

Tabla 10. Resultados del tercer objetivo

<b>Autores y título</b>	<b>Métodos y materiales</b>	<b>Resultados</b>
Orlando et al., 2016 McKenzie method for low back pain.	Revisión sistemática, se recolectó datos a través de metabuscadores como Medline, PubMed y Virtual Health Library desde el 2004-2013 con palabras clave dolor lumbar, espalda lumbar asociada con el método de McKenzie, centralización, síndrome de derangement, dirección preferencial en inglés y portugués. que obtuvieran un valor arriba de 5 en la escala de PEDro	6 artículos científicos fueron seleccionados que cumplían los criterios de búsqueda. Se identificó que las evidencias obtenidas no proporcionan información suficiente para determinar la intervención. Los estudios proporcionaron que la clasificación de pacientes en grupos específicos según su sintomatología fue más beneficioso en el resultado. Y la evaluación por medio del método de McKenzie fue mejor para determinar DIV con dolor y sin dolor a diferencia del MRI. Por último, la intervención hacia una dirección preferencial se destacó una significativa disminución del dolor lumbar por lo cual es considerada altamente confiable y valida.
Ibrahim et al., 2019 The effectiveness of McKenzie method compared to manual therapy for treating chronic low back pain: a systematic review	Revisión sistemática se recolectaron datos con la guía PRISMA de bases de datos Medline, PEDro, the Cochrane library y CINAHL con palabras clave método de McKenzie, terapia manual, dolor lumbar, tracción, movilización, mechanical diagnosis and therapy y amplitud de movimiento, únicamente en idioma inglés recolectados hasta mayo 2016. Los criterios de medición que utilizaron para el dolor fueron NPRS, EVA, RMDQ y para evaluar la funcionalidad se utilizó ODI.	5 artículos científicos cumplieron los criterios de búsqueda, un total de 810 participantes se evaluaron en total, trabajadores y el 54.5% de sexo masculino y un promedio de 41 años. La calidad de los estudios según la escala de PEDro oscila entre 6-8 puntos. La eficacia de tratamiento se demostró que el método de McKenzie tuvo una disminución de dolor significativa [P=0.01; p= 0.001] y mejora en la RMDQ [P=0.03] a los 2 y 3 meses en todos los artículos a diferencia del grupo de terapia manual. A los 6 meses la funcionalidad hubo una mejora de [p<0.028] en el grupo del método de McKenzie a diferencia de la terapia manual y a los 12 meses no hubo diferencia significativa entre ambos tratamientos
Lam et al., 2018 Effectiveness of the McKenzie Method of mechanical diagnosis and therapy for treating low back pain: literature review with meta-analysis.	Metaanálisis se recolectaron datos con la guía PRISMA utilizando 6 bases de datos Cochrane database, CINAHL, Medline, PsycInfo y PEDro sin límite de fecha de publicación con palabras clave como Método de McKenzie, dolor lumbar y pruebas aleatorizadas controladas en idioma inglés y francés. Se utilizaron estudios donde terapeutas certificados con el método de McKenzie estuvieran incluidos, los participantes hayan sido previamente clasificados previos al tratamiento.	17 artículos científicos cumplieron los criterios de búsqueda donde 11 artículos se utilizaron para evaluar los datos obtenidos. En pacientes con dolor lumbar agudo no hubo mayor diferencia en cuanto a la disminución del dolor [p=0.11] y en funcionalidad fue de [p=0.16] entre el método de McKenzie y las otras intervenciones convencionales. En pacientes con dolor lumbar crónico se identificó una significativa diferencia en la funcionalidad favoreciendo al MDT comparado con los ejercicios terapéuticos. Por último, se comparó el MDT vrs Placebo donde se identificó una diferencia significativa estadísticamente en cuanto a la intensidad del dolor favoreciendo el MDT [-1.00; CI -2.09, -0.01] pero fue únicamente 1 punto en la VAS por lo que clínicamente no es significativo

Fuente: recopilación propia. Resultados de los artículos científicos que responden a la utilidad del método de McKenzie.

## 4.2 Discusión

En el estudio de Murtezani et al., 2015, las dosificaciones que se utiliza basadas en principalmente en el grupo de MDT de 10 a 15 repeticiones 5 veces al día durante 7 sesiones en un período de 4 semanas, también se entrega un protocolo de ejercicios a realizar en casa para el concepto de auto tratamiento e involucración del paciente con su rehabilitación. Estas dosificaciones dieron mejoras significativas en la disminución del dolor, así como una leve mejora en la funcionalidad y en la movilidad espinal.

Por caso contrario el estudio por Narciso et al., 2017, se puede observar que se clasificaron los síndromes y se establece una dosificación específica para cada síndrome, las similitudes en dosificaciones, es que a los tres grupos se les entrega un libro de autocuidado para su participación activa en la rehabilitación del paciente. Los pacientes clasificados con el síndrome de derangement se realizan 15 repeticiones 5 veces al día durante 10 sesiones, el movimiento que se realiza es en la dirección preferencial del paciente, es decir, la dirección que alivia el dolor. A diferencia del síndrome de disfunción quienes realizan las mismas repeticiones, pero la dirección del movimiento es hacia la posición que produce dolor. Por último, los pacientes clasificados con el síndrome postural simplemente reciben una educación postural sobre las posiciones que deben de adoptar en sus actividades de la vida diaria.

En tercera instancia, el estudio realizado Szulc et al., 2015, se definen parámetros de dosificación donde la dirección de movimiento es basada en la hiperextensión espinal con y sin presión, no se define si esta era la dirección preferencial o la dirección que agrava el dolor de los pacientes. Se realizaban 15 repeticiones 5 veces al día durante 10 sesiones. A este tratamiento se combinó el tratamiento MET donde se basaba en la contracción isométrica de la musculatura extensora de columna y agonista. Este grupo da los mejores resultados pues el

dolor disminuyo, aumento la funcionalidad u movilidad de la columna mejoro un 87.1% en columna cervical, 66.7% en columna torácica y 95% en la columna lumbar.

No se encuentra un estudio que definiera los efectos fisiológicos que otorga el método de McKenzie, principalmente los resultados que se obtenían son basados en los beneficios terapéuticos. Principalmente la movilidad espinal, el dolor y la funcionalidad. Aunque el estudio pro el autor Halliday et al., 2019, trata de evidenciar un cambio en el grosor de la musculatura abdominal entre el método de McKenzie y el control motor pero los resultados no son conclusivos para dictaminar si realmente el MDT o el control motor aumentan o disminuyen el grosor de la musculatura debido a que es muy heterogéneo y los intervalos de confianza a un 95% abarcan el cero.

Por otro lado, los beneficios terapéuticos que se obtienen en la investigación realizada según el estudio de Narciso et al., 2015 se identifica que el dolor lumbar es más común en adultos trabajadores de 43 años y un 75% de estos son mujeres. Y el principal beneficio que otorga la MDT es la disminución del dolor, aunque se debe de considerar que de una puntuación inicial de dolor de 8.07 puntos únicamente disminuyo 1.47 puntos, por lo que es considerado un cambio levemente significativo.

Desde otra perspectiva, en el estudio presentado por Alhakami et al., 2015 se puede observar que un beneficio psicológico, gracias a la disminución del dolor le otorgo una mayor confianza a los pacientes para realizar movimiento y de esa forma se elimina la kinesiofobia en esos pacientes.

Por otro lado, la utilidad del método de McKenzie según el estudio realizado por Orlando et al., se menciona que la intervención con esta técnica de fisioterapia únicamente es

buena para detectar hernias discales a nivel espinal. También considera que el MDT altamente confiable y valida por la significativa disminución de dolor que produce principalmente cuando se utiliza la técnica de dirección preferencial.

Respecto a los resultados obtenidos por Ibrahim et al., 2019, se puede observar que cuando se compara la terapia manual con el método de McKenzie se puede observar que los resultados no son tan significativos en ambos tratamientos, principalmente en la funcionalidad, pero el MDT tuvo una ligera disminución de dolor a diferencia de la terapia manual.

Para finalizar, en el metaanálisis realizado por Lam et al., 2018, destaca en un punto donde el MDT fue evaluado contra un tratamiento placebo en donde se puede observar que el grupo de MDT estadísticamente fue una mejora significativa del dolor [-1.00, CI -2.09, -0.01] pero clínicamente la disminución de 1 punto en dolor no es significativa.

### **4.3 Conclusiones**

Respondiendo a la pregunta planteada acerca de cuáles son los efectos fisiológicos del método de McKenzie en radiculopatías por hernia discal a nivel lumbar en deportistas de halterofilia de 20 a 30 años se obtienen las siguientes conclusiones:

- Los parámetros de diagnóstico y tratamiento del método de McKenzie se determinan dependiendo de la evaluación clínica y la clasificación del síndrome. En la mayoría de los artículos se concuerda de realizar un tratamiento de 5 veces al día 10 a 15 repeticiones durante 8 a 10 sesiones. Aparte la involucración activa del paciente realizando un auto tratamiento en casa y la enseñanza acerca del síndrome que tiene y los beneficios

que este tratamiento le ofrece. Es importante recalcar que la dirección del movimiento varía dependiendo del síndrome que presente y este clasificado el sujeto.

- En cuanto a los efectos fisiológicos que el método de McKenzie proporciona, no se puede estipular puesto que la evidencia científica únicamente menciona los beneficios terapéuticos que este otorga. El principal beneficio terapéutico es el alivio del dolor, mejora la funcionalidad del paciente y por último, elimina el miedo al movimiento.
- La utilidad del método de McKenzie como tratamiento fisioterapéutico para tratar radiculopatías a nivel lumbar no es recomendable puesto que los beneficios terapéuticos estadísticamente son significativos, pero clínicamente no proporcionan una mejoría relevante. La única que es considerado confiable y valido es la clasificación de los síndromes para otorgar un tratamiento acorde a la sintomatología que se presenta el sujeto.

#### **4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas**

Buscar que se realicen futuras investigaciones experimentales para aumentar el conocimiento acerca los efectos fisiológicos del método de McKenzie en radiculopatías a nivel lumbar. Esto con el objetivo para determinar los cambios fisiológicos que el paciente o deportista puede alcanzar.

Añadir en las bases de datos nacionales y deportivas mayor información acerca de las lesiones que sufren los deportistas, de esa manera poder llevar un mejor control del rendimiento deportivo y prevenir lesiones en futuros deportistas.

Desarrollar una investigación experimental para determinar que tratamiento fisioterapéutico, además del método de McKenzie, otorga mejor resultado para el tratamiento de una radiculopatía a nivel lumbar. Así como también, estos tratamientos se pueden

involucrar con deportistas de amateur de halterofilia que presenten hernias discales sintomáticas.

## Referencias

- Adamu, A., Ibrahim, A., Ahmad, R., Akindele, M., Kaka, B. y Naziru, M. (2019) Cross-cultural adaptation and validation of the Hausa version of the Oswestry disability index for patients with low back pain. *SPINE*, 44(18):E1092-E1102 doi: 10.1097/BRS.0000000000003068
- Alhakami, A. M., Davis, S., Qasheesh, M., Shaphe, A. y Chahal, A. (2019) Effects of McKenzie and stabilization exercises in reducing pain intensity and functional disability in individuals with nonspecific chronic low back pain: a systematic review. *The journal of physical therapy science* 31:590-597 DOI: 10.1589/jpts.31.590
- Cailliet, R. (2006) *Anatomía funcional biomecánica* (Traducción López, A y Arbós, C. 1ª Ed) Madrid, Marbán <https://booksmedicos.org/biomecanica-anatomia-funcional-biomecanica-cailliet/>
- Cameron, M. (2018) *Agentes físicos en rehabilitación* (Traducido DRK Edición 5ta ed), Barcelona, DRK Edición <https://booksmedicos.org/agentes-fisicos-en-rehabilitacion-5a-edicion/>
- Chavarría-Solís, J (2014) Lumbalgia: causas, diagnóstico y manejo. *Rev Médica de Costa Rica y Centroamérica LXXI* (611):447-454  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedcoscen/rmc-2014/rmc143n.pdf>
- Eguchi, Y., Oikawa, Y., Suzuki, M., Orita, S., Yamauchi, K., Suzuki, M. (...) (2016) Diffusion tensor imaging of radiculopathy in patients with lumbar disc herniation. *The bone & joint journal* 98(3):87-97 <https://online.boneandjoint.org.uk/doi/epdf/10.1302/0301-620X.98B3.36036>
- Fernández, C. y Melian, A. (2013) *Cinesiterapia. Bases fisiológicas y aplicación práctica*. (1ra ed.) Barcelona, Elsevier <https://booksmedicos.org/cinesiterapia-bases-fisiologicas-y-aplicacion-practica/#more-137224>
- Garmendia, F., Aget, Y., Squisili, A., Gallo, J., Nieves, S. y Maquintoche, J. (2018) Aplicación de ozono interescalénico en la radiculopatía cervical por hernia discal. *Rev. Cubana de reumatología* 21(2) ISSN: 1817-5996  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rcur/v21n2/1817-5996-rcur-21-02-e62.pdf>
- González-Martínez, E., García-Cosamalón, J., Cosamalón-Gan, I., Esteban-Blanco, M., García-Suarez, O. y Vega, J. (2017) Biología y mecanobiología del disco intervertebral. *Neurocirugía*, 28(3): 135-140  
<https://doi.org/10.1016/j.neucir.2016.12.002>

- Hall, J. E., y Guyton, A. C. (2016). Guyton y Hall: Compendio de fisiología médica (13a ed.) Barcelona: Elsevier., <https://booksmedicos.org/tag/guyton/>
- Halliday, M., Pappas, E., Hancock, M., Clare, H., Pinto, R., Robertson, G., y Ferreira, H. (2019) A randomized clinical trial comparing the McKenzie method and motor control exercises in people with chronic low back pain and a directional preference: 1-year follow-up. *Physiotherapy* 105(4):442-445 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physio.2018.12.004>
- Halliday, M., Pappas, E., Hancock, M., Clare, H., Pinto, R., Robertson, G., y Ferreira, H. (2016) A randomized clinical trial comparing the McKenzie method and motor control exercises in people with chronic low back pain and a directional preference. *Journal of orthopaedic & Sports physical therapy* 46(7):514-522 DOI: [10.2519/jospt.2016.6379](https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6379)
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014) *Metodología de la investigación*, México D.F, México McGraw Hill
- International Weightlifting Federation [IWF] (2020) *Technical and competition rules & regulations*. Budapest, [https://iwf.sport/wp-content/uploads/downloads/2020/01/IWF\\_TCRR\\_2020.pdf](https://iwf.sport/wp-content/uploads/downloads/2020/01/IWF_TCRR_2020.pdf)
- International Weightlifting Federation [IWF] (26 de septiembre 2021) *History*. Weightlifting history. [https://iwf.sport/weightlifting\\_/history/](https://iwf.sport/weightlifting_/history/)
- Kaliya-Perumal, A. K., Lou, C. A., Yeh, Y. C., Tsai, Y. F., Jian-Wen Chen, M. y Tsai, T. T., (2018) Reliability of the Michigan State University (MSU) classification of lumbar disc herniation. *Acta Ortop Bras*, 26(6):411-4 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-785220182606201444>
- Kovacs, F., Llobera, J., Gil, M., Abraira, V., Gestoso, M. y Fernández, C. (2002) Validation of the Spanish version of the Ronald-Morris questionnaire. *SPINE* 27(5):538-542 [https://oml.eular.org/sysModules/obxOml/docs/ID\\_56/RMQ\\_spanish.pdf](https://oml.eular.org/sysModules/obxOml/docs/ID_56/RMQ_spanish.pdf)
- Lomelí-Rivas, A. y Larrinua-Betancourt, J. E., (2019) Biomecánica de la columna lumbar: un enfoque clínico. *Acta Ortopédica Mexicana* 33(3):185-191 <http://www.scielo.org.mx/pdf/aom/v33n3/2306-4102-aom-33-03-185.pdf>
- McKenzie back exercises, PubMed book <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539720/>
- Ministerio de Salud pública y asistencia social [MSPAS] (1 de septiembre del 2021), *Centro Nacional de Epidemiología*. Enfermedades no transmisibles STEPS 2015 <http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202018/Enfermedades%20No%20Transmisibles/Encuesta%20Steps.pdf>
- Moore, K., Dalley, A. y Agur, A. (2013) *Anatomía con orientación clínica*, (Traducido Magri-Ruiz, B. 7ma edición) Barcelona, Lippincott Williams & Wilkins. <https://booksmedicos.org/anatomia-con-orientacion-clinica-keith-l-moore-7a-edicion/>
- Murtezani, A., Govori, V., Sahatçiu, V., Ibraimi, Z. y Rrecaj, S. (2015) A comparison of mckenzie therapy with electrophysical agents for the treatment of work related low

back pain: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 28(2):247-53 DOI: [10.3233/BMR-140511](https://doi.org/10.3233/BMR-140511)

- Narciso, A., Menezes, L., Hancock, M. y Pena, L. (2015) Identifying patients with chronic low back pain who responded best to mechanical diagnosis and therapy: secondary analysis of a randomized controlled trial. *Physical Therapy Journal* 96(5):623-630 <https://academic.oup.com/ptj/article/96/5/623/2686364>
- Narciso, A., Menezes, L., Hancock, M. Soares, F., Freschi, G., Oliveira, M. y Pena, L. (2017) McKenzie Method of Mechanical Diagnosis and Therapy was slightly more effective than placebo for pain, but not for disability, in patients with chronic non-specific low back pain: a randomized placebo-controlled trial with short- and longer-term follow-up. *J Sports Med.* 0:1-8 DOI:10.1136/bjsports-2016-097327
- Nordín, M., y Frankel, V. H., (2004) *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético*. (Traducción Hidalgo, C. 3ra ed) Madrid, McGraw Hill Interamericana <https://booksmedicos.org/tag/biomecanica-basica-del-sistema-musculoesqueletico-nordin-frankel-3a-edicion/>
- Oliveira, I. O., Silvia Pinto, L. L., Oliveira, M. A. y Cêra, M. (2016) McKenzie method for low back pain. *Rev Dor.* 17(4):303-6. DOI 10.5935/1806-0013.20160094
- Olympics (26 de septiembre del 2021) *Halterofilia*. Historia. <https://olympics.com/es/deportes/halterofilia/>
- Perrone, M., Depine, J., Melia, M., Paredes, L. (...), Stivanello, S. (2019) Traducción y adaptación transcultural de la escala “Patient specific functional scale” *AJRPT* 1(1):21- 27 <https://revista.ajrpt.com/index.php/Main/article/view/18/6>
- Plaghki, L., Mouraux, A. y Le Bars, D. (2018). Fisiología del dolor, *EMC - Kinesiterapia – Medicina física* 39(1): 1-22 [https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(18\)88603-0](https://doi.org/10.1016/S1293-2965(18)88603-0)
- Puentedura, E. y Flynn, T. (2016) Combining manual therapy with pain neuroscience education in the treatment of chronic low back pain: a narrative review of the literature. *Physiotherapy theory and practice* 32(5):408-14. doi: 10.1080/09593985.2016.1194663.
- Ramírez-Pozo, E. G. y Luna, M. M. (2019) Frecuencia de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores de una refinería de Lima, 2017. *An Fac med.* 80(3):337-41 DOI: <https://10.15381/anales.803.16857>
- Rodríguez Jiménez, A. y Pérez Jacinto, a. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (82),1-26. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rogerson, A., Aidlen, J., & Jenis, L. G. (2018). Persistent radiculopathy after surgical treatment for lumbar disc herniation: causes and treatment options. *International Orthopaedics*. 43:969-973 doi:10.1007/s00264-018-4246-7
- Rubinstein, S. M., Zoete, A., van Middelkoop, M., Assendelft, W. J. J., Boer, M. R y van Tulder, M. V. (2019) Benefits and harms of spinal manipulative therapy for the

treatment of chronic low back pain: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *The BMJ* 364:1689 doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.l689>

- Sagi, g. Boudot, P. y Vandeput, D. (2011) Método McKenzie: diagnóstico y terapia mecánica de la columna vertebral y las extremidades. *EMC Kinesiterapia-Medicina física*, 32(2):1-21 DOI: 10.1016/S1293-2965(11)71050-7
- Sjöberg, H., Aasa, U., Rosengren, M., y Berglund, L. (2018). Content Validity Index and Reliability of a New Protocol for Evaluation of Lifting Technique in the Powerlifting Squat and Deadlift. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. doi:10.1519/jsc.0000000000002791
- Szulc, P., Wendt, M., Waszak, M., Tomczak, M., Ciešlik, K. y Trazaska, T. (2015) Impact of McKenzie Method Therapy enriched by muscular energy techniques on subjective and objective parameters related to spine function in patients with chronic low back pain. *Medical science monitos*, 2:2918-2932 DOI: 10.12659/MSM.894261
- Tabares Neyra, H., Díaz Quesada, J. M. y Tabares Sáez, H. (2016) Hernia discal lumbar, una revisión terapéutica. *Rev. Cubana de Ortopedia y traumatología* 29(1):27-39
- Tortora, G. y Derrickson, B. (2013) *Anatomía y fisiología* (Traducido Dvorkin, M. 13 ed). México D. F. Editorial medica panamericana <https://booksmedicos.org/principios-de-anatomia-y-fisiologia-tortora-derrickson-13a-edicion/>
- Ulger, O., Demirel, A. Oz, M. y Tamer, S. (2017) The effect of manual therapy and exercise in patient with chronic low back pain: Double blind randomized controlled trial. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation* 30(6):1303-1309 doi: 10.3233/BMR-169673.
- Vergroesen, P., Kingma, I., Emanuel, K., hoogendoorn, R., Welting, T., van Royen, B. (...) (2015) Mechanics and biology in intervertebral disc degeneration: a vicious circle. *Osteoarthritis and cartilage*, 23:1057-1070 <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2015.03.028>
- Vialle, E. N., Ueda, W. K. y Gomes Vialle, L. R. (2016) Results of treatment of acute lumbar disc herniation with transforaminal nerve root block. *Coluna/Columna* 15(3):222-5 <https://doi.org/10.1590/S1808-185120161503162938>
- Vidar, A., Fimland, M., Mo, D., Iversen, V., Vederhus, T., Rockland, H. (...) (2018) Electromyographic comparison of barbell deadlift, hex bar deadlift, and hip thrust exercises: A cross-over study. *Journal of strength and conditioning research* 32(3):587-693 doi: 10.1519/JSC.0000000000001826

## Anexos

### Anexo 1. Global perceived effect questionnaire scale ©

Tabla 11. Escala global percived effect ©

Puntaje	% Cambio	Descripción
7	≥ 75 mejoría	Muy bien
6	50-74 mejoría	Bien
5	25-49 mejoría	Decente bien
4	0-24 mejoría o deterioro	Igual que antes
3	25-49 deterioro	Decente mal
2	50-74 deterioro	Mal
1	≥ 75 deterioro	Muy mal

Fuente: Asociación americana de fisioterapia. Interpretación de los resultados obtenidos por la escala.

### Anexo 2. Patient Specific Functional scale ©

Esquema de puntuación:

0    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

- 0: no puedo realizar la actividad
- 10: Puedo realizar la actividad del mismo modo que antes de la lesión

Tabla 12. Patient specific functional scale ©

Actividad	Fecha inicial	Fecha de evolución 1	Fecha de evolución 2	Fecha final
Actividad 1				
Actividad 2				
Actividad 3				

Fuente: Perrone 2019. Formato de escala.

### Anexo 3. Ronald Morris Disability Questionnaire ©

Tabla 13. Cuestionario Ronald- Morris

**Instrucciones:** Cuando la espalda duele, es difícil de realizar algunas actividades que habitualmente hace, esta lista tiene algunas de las frases que la gente usa para explicar cómo se encuentra cuando le duele la espalda. Cuando las lea este pensando cómo se siente el día de hoy y cuando encuentre una frase que se adecue a usted ponga una marca.

- I. Me quedo en casa la mayor parte del tiempo por mi dolor de espalda
- II. Cambio de postura con frecuencia para intentar aliviar la espalda
- III. Debido a mi espalda, camino más lento de lo normal
- IV. Debido a mi espalda, no puedo hacer ninguna de las faenas que habitualmente hago en casa.
- V. Por mi espalda, uso el pasamanos para subir escaleras.
- VI. A causa de mi espalda, debo acostarme más a menudo para descansar.
- VII. Debido a mi espalda, necesito agarrarme a algo para levantarme de los sillones o sofás.
- VIII. Por culpa de mi espalda, pido a los demás que me hagan las cosas.
- IX. Me visto más lentamente de lo normal a causa de mi espalda.
- X. A causa de mi espalda, sólo me quedo de pie durante cortos períodos de tiempo.
- XI. A causa de mi espalda, procuro evitar inclinarme o arrodillarme.
- XII. Me cuesta levantarme de una silla por culpa de mi espalda.
- XIII. Me duele la espalda casi siempre.
- XIV. Me cuesta darme la vuelta en la cama por culpa de mi espalda.
- XV. Debido a mi dolor de espalda, no tengo mucho apetito.
- XVI. Me cuesta ponerme los calcetines - o medias - por mi dolor de espalda.
- XVII. Debido a mi dolor de espalda, tan solo ando distancias cortas.
- XVIII. Duermo peor debido a mi espalda.
- XIX. Por mi dolor de espalda, deben ayudarme a vestirme.
- XX. Estoy casi todo el día sentado a causa de mi espalda.
- XXI. Evito hacer trabajos pesados en casa, por culpa de mi espalda.
- XXII. Por mi dolor de espalda, estoy más irritable y de peor humor de lo normal.
- XXIII. A causa de mi espalda, subo las escaleras más lentamente de lo normal.
- XXIV. Me quedo casi constantemente en la cama por mi espalda.

Fuente: Fundación Kovacs 2002 ©. Preguntas del cuestionario traducidas al español por la fundación Kovacs.

### Anexo 4. Oswestry disability scale ©

Tabla 14. Oswestry Disability Index ©

Puntuación	Nivel de discapacidad	Descripción
0-20%	Mínima	El paciente puede hacer frente a la mayoría de las actividades de la vida. Por lo general, no se indica ningún tratamiento aparte de los consejos sobre cómo levantar objetos, sentarse y hacer ejercicio.
21-40%	Moderada	El paciente experimenta más dolor y dificultad para sentarse, levantarse y pararse. Los viajes y la vida social son más difíciles y pueden quedar discapacitados para trabajar. El cuidado personal, la actividad sexual y el sueño no se ven gravemente afectados y, por lo general, el paciente puede ser tratado por medios conservadores.
41-60%	Severa	El dolor sigue siendo el principal problema en este grupo, pero las actividades de la vida diaria se ven afectadas. Estos pacientes requieren una investigación detallada.
61-80%	Crippled [Lisiado]	El dolor de espalda afecta a todos los aspectos de la vida del paciente. Se requieren intervenciones positivas.
81-100%		Estos pacientes se encuentran tumbados en cama o exageran sus síntomas

Fuente: Adamu et al. 2019. Interpretación del puntaje

