



**Universidad Inca Garcilaso De La Vega**

**Facultad de Tecnología Médica**

**Carrera de Terapia Física y Rehabilitación**



**ESTABILIZACIÓN LUMBOPÉLVICA:  
ENFOQUE EN TERAPIA MANUAL  
ORTOPÉDICA**

**Trabajo de investigación**

Trabajo de Suficiencia Profesional

Para optar por el Título Profesional

**ARONÉS BAUTISTA, Nelly Vanessa**

**Asesor:**

ARAKAKI VILLAVICENCIO, José Miguel Akira

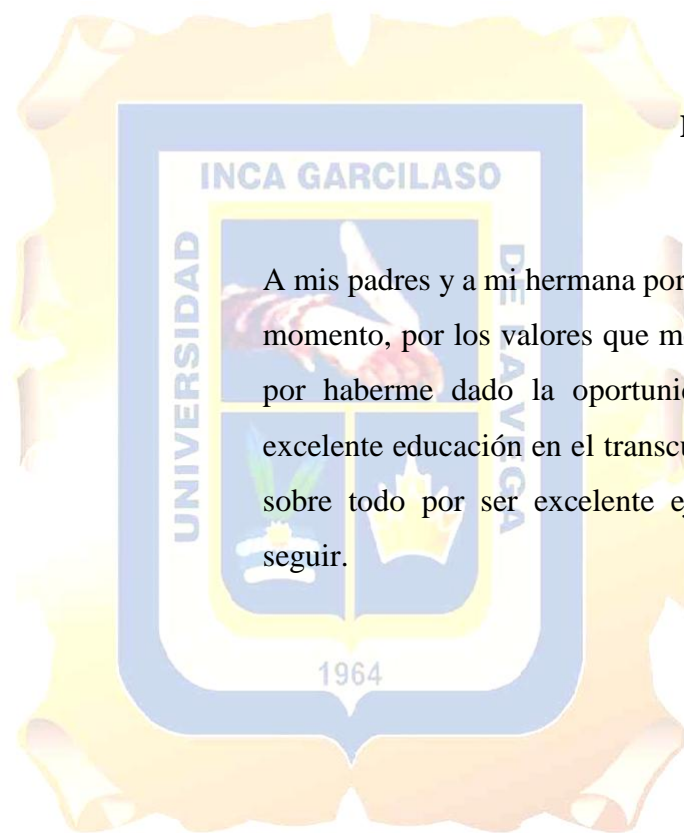
**Lima – Perú**

**Agosto - 2017**





**ESTABILIZACIÓN LUMBOPÉLVICA:  
ENFOQUE EN TERAPIA MANUAL  
ORTOPÉDICA**



**DEDICATORIA:**

A mis padres y a mi hermana por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Y sobre todo por ser excelente ejemplo de vida a seguir.

## AGRADECIMIENTOS:

Le agradezco a Dios, a mis padres y a mi hermana por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis profesores: Lic. Arturo Gutiérrez, José Pando, Jacqueline Leiva, César Farje, Javier Buendía, Akira Arakaki y Marx Morales. Por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad durante los últimos años.

A Renzo Flores por ser un excelente amigo y futuro colega, por haberme tenido la paciencia necesaria y por motivarme a seguir adelante.

# TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO I: DEFINICIÓN .....	12
1.1. ESTABILIDAD.....	12
1.1.1. CLASIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN MUSCULAR .....	13
1.2. INESTABILIDAD .....	14
CAPÍTULO II: DATOS EPIDEMIOLÓGICOS .....	17
2.1. PREVALENCIA .....	17
2.2. IMPACTO SOCIOECONÓMICO.....	17
2.3. IMPACTO LABORAL .....	17
CAPÍTULO III: REVISIÓN ANATÓMICA Y BIOMECÁNICA.....	19
3.1. ANATOMÍA .....	19
3.1.1. SISTEMA ÓSEO .....	19
3.1.2. SISTEMA ARTICULAR .....	21
3.1.3. SISTEMA LIGAMENTOSO.....	23
3.1.4. SISTEMA NERVIOSO .....	24
3.1.5. FASCIA TÓRACOLUMBAR .....	24
3.1.6. SISTEMA MUSCULAR.....	25
3.2. BIOMECÁNICA .....	28
3.2.1. OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA .....	29
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO .....	31
4.1. HISTORIA CLÍNICA.....	31
4.2. EXAMINACIÓN FÍSICA.....	32
4.3. ESTUDIOS DE IMÁGENES.....	41
CAPÍTULO V: TRATAMIENTO .....	42
5.1. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO .....	42
5.2. TRATAMIENTO CONSERVADOR .....	43
CAPÍTULO VI: TERAPIA MANUAL EN LA ESTABILIZACIÓN LUMPOPELVICA .....	45
6.1. PROGRAMA DE ESTABILIZACIÓN LUMBOPÉLVICA:.....	46
CONCLUSIONES .....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS .....	66

ANEXO 1: CLASIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN MUSCULAR.....	66
ANEXO 2: VÉRTEBRA LUMBAR .....	67
ANEXO 3: QUINTA VÉRTEBRA LUMBAR .....	67
ANEXO 4: VISTA POSTERIOR DE UN SEGMENTO LUMBAR .....	68
ANEXO 5: COLUMNA LUMBO SACRA.....	69
ANEXO 6: SACRO .....	70
ANEXO 7: UNION INTERVERTEBRAL TÍPICA .....	70
ANEXO 8: DISCO INTERVERTEBRAL.....	71
ANEXO 9: SISTEMA DE UNION LIGAMENTOSA- CORTE SAGITAL.....	71
ANEXO 10: SISTEMA DE UNION LIGAMENTOSA-CORTE FRONTAL .....	72
ANEXO 11: FASCIA TORACOLUMBAR.....	72
ANEXO 12: SECCION TRANSVERSAL DE LA COLUMNA LUMBAR .....	73
ANEXO 13: MUSCULOS DORSAL ANCHO Y GLUTEO MAYOR .....	73
ANEXO 14: MULTÍFIDOS.....	74
ANEXO 15: BIOMECANICA LUMBAR .....	74
ANEXO 16: BIOMECANICA LUMBAR .....	75
ANEXO 17: PRUEBA DE CIZALLAMIENTO LUMBAR POSTERIOR.....	75
ANEXO 18: PRUEBA DE INESTABILIDAD EN PRONO.....	76
ANEXO 19: PRUEBA DE EXTENSION LUMBAR EN PRONO.....	76
ANEXO 20: PRUEBA DE ELEVACION ACTIVA DE PIERNA EXTENDIDA.....	77
ANEXO 21: PRUEBA DE CONTROL LUMBOPELVICO EN SUPINO .....	78
ANEXO 22: PRUEBA EN PRONO DEL TRANSVERSO ABDOMINAL.....	79
ANEXO 23: PRUEBA DE CONTROL NEUROMUSCULAR DE EXTENSION DE CADERA EN PRONO .....	79
ANEXO 24: PRUEBA DE CONTROL NEUROMUSCULAR DE ABDUCCION DE CADERA.....	80
ANEXO 25: CO-CONTRACCIÓN MUSCULAR .....	80
ANEXO 26: ELECTROMIOGRAFÍA (EMG) .....	81
ANEXO 27: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE I .....	82
ANEXO 28: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE II .....	83
ANEXO 29: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE II .....	84
ANEXO 30: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE II .....	85
ANEXO 31: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE III .....	85
ANEXO 32: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE III .....	86



## RESUMEN

El dolor lumbar es un problema de salud creciente en el mundo industrializado. A pesar de los altos costos médicos requeridos para su manejo, la prevalencia de dolor lumbar está aumentando.(1) El dolor lumbar es una condición heterogénea, y la identificación de diferentes subgrupos podría ayudar a las decisiones de manejo.(2,3) Uno de estos subgrupos es la inestabilidad lumbar.(4,5)

La Terapia Manual Ortopédica (TMO) constituye un área de especialización dentro de la Fisioterapia destinada a la evaluación y tratamiento de las disfunciones artro-neuro-musculares. Los procedimientos de intervención en TMO incluyen un amplio abanico de técnicas entre las que se incluyen la movilización articular lenta, manipulación articular, estiramiento muscular, masaje funcional (con movimiento articular), movilización del sistema nervioso, estabilización pasiva y estabilización activa y los ejercicios destinados a mejorar la resistencia, la fuerza y la coordinación muscular así como la situación funcional general del paciente.(6)

Los programas de ejercicios de estabilización lumbar (PEEL) han ganado popularidad y credibilidad a lo largo de los años. Los objetivos principales de PEEL son (1) reentrenar el control óptimo y la coordinación de la musculatura paraespinal para mantener la estabilidad dinámica de la columna vertebral, teniendo en cuenta la postura y (2) entrenar los músculos para mejorar la resistencia muscular del tronco.(7) Los ejercicios de estabilización son actividades dinámicas que tratan de limitar y controlar el movimiento excesivo. Estos ejercicios no implican una posición estática, sino que describen más bien una amplitud de movimiento en que se controla la hipermovilidad.

**Palabras Clave:** Inestabilidad, Dolor Lumbar, ejercicios de estabilización, hipermovilidad.

## ABSTRACT

Lumbar pain is a growing health problem in the industrialized world. Despite the high medical costs required for management, the prevalence of low back pain is increasing. Low back pain is a heterogeneous condition, and the identification of different subgroups may help with management decisions. One of these subgroups is lumbar instability.

Orthopedic Manual Therapy (OMT) is an area of specialization within Physiotherapy for the evaluation and treatment of arthro-neuro-muscular dysfunctions. OMT intervention procedures include a wide range of techniques including slow joint mobilization, joint manipulation, muscle stretching, functional massage (with joint movement), nervous system mobilization, passive and active stabilization, and exercises to improve muscular endurance, strength and coordination as well as the overall functional status of the patient.

Lumbar Stabilization Exercise Programs (LSEP) have gained popularity and credibility over the years. The main objectives of LSEP are to (1) retrain optimal control and coordination of the paraspinal musculature to maintain dynamic stability of the spine, taking into account posture and (2) training the muscles to improve muscle strength of the trunk. Stabilization exercises are dynamic activities that try to limit and control excessive movement. These exercises do not imply a static position, but rather describe a range of motion in which hypermobility is controlled.

**Keywords:** Instability, Lumbar pain, stabilization exercises, hypermobility.

## INTRODUCCIÓN

La lumbalgia es una de las causas más frecuentes de incapacidad. La prevalencia de dolor lumbar es de un 60-85% durante la vida de los individuos.(8) El dolor lumbar es la principal causa de lesión y discapacidad para los menores de 45 años de edad y el tercer impedimento prevalente para aquellos mayores de 45.(9) La lumbalgia es a menudo definida como el dolor que da debajo del margen de las últimas costillas (margen costal) y por encima de las líneas glúteas inferiores con o sin dolor en los miembros inferiores.(10)

La lumbalgia es una condición heterogénea y la identificación de los diferentes subgrupos podría ayudar en la decisión sobre su manejo.(2,3) Uno de estos subgrupos es la inestabilidad lumbar.(4,5) Aproximadamente un 23-69% de los casos de dolor lumbar crónico están relacionados con la inestabilidad del segmento lumbar.(11) Hasta el momento parece evidente que en sujetos con dolor lumbar, la musculatura profunda ve alterada su función normal, mientras que sujetos que nunca han padecido dolor lumbar, no presentan esta anomalía. Dicha musculatura, no siempre se recupera, aun cuando desaparecen los síntomas. Como resultado de este proceso podemos encontrar niveles en la columna inestables y movimientos alterados que pueden producir dolor crónico y recurrente. (12)

Muchos enfoques contemporáneos del ejercicio terapéutico para la columna vertebral se basan en la premisa de que el dolor lumbar proviene de, y se perpetúa por, microtraumas repetitivos a las estructuras espinales resultante del mal control de la estabilidad espinal(13), por alteraciones en la alineación y en patrones de movimiento de la columna vertebral.(14) Esta disfunción muscular sólo puede ser corregida con un reentrenamiento específico. (12)

Cuando se restablece el control muscular adecuado lo más frecuente es que remita la lumbalgia sin un tratamiento directo sobre la columna. Tras realizar la corrección, la columna no sigue sometida al estrés traumático. (14) La premisa fundamental del método de estabilización es que una persona que padece dolor lumbar (lo que se considera un problema de inestabilidad) puede aprender a estabilizar la estructura dolorosa mediante el fortalecimiento de los músculos, así como aprender los patrones de movimiento que permiten reanudar sin dolor las actividades funcionales de alto nivel. (15)

# CAPÍTULO I: DEFINICIÓN

El concepto de estabilidad se está utilizando en la clínica para mejorar los resultados de rehabilitación y justificar mejores estrategias de prevención de lesiones. De hecho, la "estabilidad" es la base para el cambio de paradigma actual que se está produciendo en la rehabilitación.

## 1.1. ESTABILIDAD

Panjabi conceptualizó los componentes de la estabilidad espinal en tres subsistemas funcionalmente integrados. Según Panjabi el sistema estabilizador de la columna vertebral consiste en los subsistemas pasivo, activo y control neural.(16)

Cholewicki y McGill (1996) establecieron que la estabilidad mecánica de la columna vertebral depende tanto de las estructuras osteoligamentosas como de los elementos responsables del control motor (rigidez muscular y presión intra-abdominal). Mientras que la musculatura larga (global) es la que proporciona la mayor parte de la rigidez a la columna vertebral (crisco y panjabi 1991), la actividad de la musculatura intrínseca corta (estabilizadora local, por ejemplo: multífido y rotadores) es necesaria para mantener la estabilidad de toda la columna lumbar. (17)

Cholewicki y McGill (1996) ya advirtieron que la columna se deformaba bajo cargas relativamente bajas si la actividad de la musculatura intrínseca profunda (estabilizadora local, por ejemplo: multífido y el erector espinal profundo) era nula, aunque la fuerza en la musculatura global larga fuera sustancial. Sugirieron que un incremento de tan sólo un 1-3% de la tensión muscular en la musculatura local profunda podía incrementar significativamente la rigidez del segmento móvil. (17)

No todos los músculos son igualmente eficientes para el desarrollo de la fuerza y para algunos músculos, el desarrollar una fuerza elevada es perjudicial para realizar una función óptima. Por eso el sistema muscular ha sido clasificado según su función en músculos estabilizadores y músculos movilizadores, donde los músculos estabilizadores son de localización más profunda con un rol de mantenimiento de la postura estática y trabajan excéntricamente para controlar el movimiento y los músculos movilizadores son más superficiales y trabajan de forma concéntrica para generar fuerzas y acelerar el movimiento. Bergmark describió el concepto de músculos locales y músculos globales.

Así el sistema local de la columna está compuesto por los músculos que tienen origen e inserción en ella misma y dotan de rigidez para mantener su estabilidad, llamados músculos antigravitatorios. El sistema global mientras, está formado por músculos más superficiales y multisegmentarios los cuales están relacionados con la pelvis y el tórax y se encargan de generar inercias y movimientos angulares para acelerar el movimiento. (18)

El concepto de sistema muscular local y global, y de estabilizadores y movilizadores, nos aporta un marco muy útil para clasificar la función muscular. Aunque por separado, estos conceptos tienen algunas deficiencias, es al relacionarlos entre si cuando podemos crear un modelo de clasificación de la función muscular de gran utilidad. (12)

### 1.1.1. CLASIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN MUSCULAR

#### a) Función de estabilización local:

##### Características:

- Rigidez muscular para controlar desplazamiento del segmento articular.
- Ningún o mínimo cambio de longitud en los movimientos de función.
- +/- Reclutamiento anticipatorio previo a situaciones de carga.
- +/- Su actividad es continua.

##### Componentes:

- Fibras Profundas del Multifido (transverso espinoso: laminar, multifido, espinoso)
- Fascículos posteriores del psoas
- Transverso del abdomen
- Diafragma
- Suelo Pélvico

#### b) Función de estabilización global

##### Características:

- Generan fuerza para controlar/ limitar el rango del movimiento.
- Capacidad funcional para: (I) acostarse en todo el recorrido articular interno (II) mantener posición isométrica (III) control excéntrico de retorno.
- Frenado excéntrico del movimiento

-Activación ante situaciones de aumento de carga y velocidad. Su actividad no es continua y es dependiente de la dirección y del movimiento.

**Componentes:**

- Fibras Profundas del Cuadrado Lumbar
- Fascículos anteriores del Psoas
- Oblicuo interno
- Oblicuo externo

**c) Función de movilidad global**

**Características:**

-Generar fuerza para producir rango de movimiento.

-Aceleración concéntrica del movimiento.

-Absorción de sacudidas de cargas altas.

-De actividad especialmente fásica.

**Componentes:**

- Recto Abdominal
- Cuadrado Lumbar (Anexo 1) (12)

## 1.2. INESTABILIDAD

White y Panjabi describen el término clínicamente como la pérdida de la habilidad de la columna para mantener sus patrones de desplazamiento bajo cargas fisiológicas de modo que no haya déficit neurológico inicial o adicional, ni deformidad importante, ni dolor incapacitante. (19)

El rango de movimiento (ROM) total de un segmento espinal debe ser dividido en zona neutra y zona móvil. La inestabilidad clínica ocurre cuando la zona neutra aumenta con respecto al ROM total, los subsistemas de estabilización son incapaces de compensar este aumento y la calidad de movimiento en la zona neutra es pobre y no controlada. La degeneración y el daño mecánico de los componentes de la estabilización vertebral son las principales causas del aumento de tamaño de la zona neutra. Los factores que contribuyen a la degeneración o lesión mecánica de los componentes estabilizadores son mala postura, traumatismos ocupacionales repetitivos, trauma agudo y debilidad de la musculatura lumbar local. (20)

El sistema de tratamiento para dolor lumbar, fue descrito por primera vez por Delitto, Erhard y Bowling (21) y se basó en la evidencia disponible, la práctica común y la opinión de expertos para el tratamiento de pacientes con dolor lumbar. Las categorías de clasificación son nombradas por la intervención primaria a proporcionarse, y la determinación del subgrupo en el que se categoriza al paciente se basa en un conjunto de signos, síntomas y deficiencias identificados en la examinación (tabla 1). Con el tiempo el sistema de clasificación ha sido modificado en base a los resultados de estudios de investigación para desarrollar reglas de predicción clínica (Clinic Prediction Rules - CPR) para la manipulación (22) y la estabilización (23) y basándose en los resultados de estudios de confiabilidad (24) y ensayos clínicos controlados aleatorios (25).

**Tabla 1. Esquema de un sistema de clasificación de dolor lumbar basado en el deterioro.**

<p><b>Dolor lumbar referido a pierna que se centraliza en movimientos repetitivos.</b>  <i>Clasificación IFC: Dolor lumbar referido a extremidad inferior.</i></p>	<p><b>Radiculopatía lumbar que no se centraliza con movimientos repetitivos.</b>  <i>Clasificación IFC: Dolor lumbar agudo, subagudo o crónico con dolor irradiado.</i></p>
<p>Dolor lumbar que se puede referir más allá de la rodilla.            Síndrome de extensión:            ✓ Los síntomas se centralizan con extensión lumbar.            ✓ Los síntomas se hacen periféricos con flexión lumbar.            Síndrome de flexión:            ✓ Los síntomas se centralizan con flexión lumbar.            ✓ Los síntomas se hacen periféricos con extensión lumbar.            ✓ Estudios de imagen que evidencian estenosis espinal lumbar (LSS).            ✓ Mayor de 50 años.            Lateral shift:            ✓ Desviación de los hombros en relación con la cadera visible en plano frontal.            ✓ Los síntomas se centralizan en inclinación y extensión.</p>	<p>Dolor lumbar irradiado que tiene q ir más allá de la rodilla.            Parestesias, adormecimiento, y debilidad de extremidades inferiores pueden ser reportadas. Ningún movimiento lumbar centraliza los síntomas.            No se observa ninguna preferencia direccional en la historia o examinación clínica para aliviar el dolor en la parte inferior de la pierna.            Dolor en pierna en extensión lumbar.            SLR positivo para dolor en la parte inferior de pierna a &lt;45° de flexión de cadera.            Prueba cruzada de SLR positiva a &lt;45 de flexión de cadera.            Signos neurológicos en extremidad inferior (debilidad, adormecimiento, y DTRs)            Poca tolerancia a las posturas de carga de peso (es decir, sentado o de pie).            Los síntomas se alivian con tracción.</p>
<p><b>Hipomovilidad Lumbar</b>  <i>Clasificación IFC: Dolor lumbar con déficit en la movilidad.</i></p>	<p><b>Dolor Lumbar Crónico</b>  <i>Clasificación IFC: Dolor lumbar con dolor referido y generalizado.</i></p>

<p>Dolor lumbar con o sin dolor referido en miembro inferior. Limitación de movilidad activa de la zona lumbar. Hipomovilidad en prueba de movimiento segmentario pasivo. Restricciones miofasciales con acortamiento muscular.</p>	<p>Dolor lumbar y/o dolor lumbar referido a extremidad inferior con duración de síntomas más de 3 meses. Dolor generalizado no consistente con otro criterio de clasificación basado en deficiencias. Presencia de depresión, miedo-evitación o dolor catastrófico. Deficiencias del movimiento, tales como hipomovilidad torácica, lumbopélvica, y de la articulación de la cadera con pobre control neuromuscular y coordinación de movimientos.</p>
---	--

<p><b>Inestabilidad Lumbopélvica</b></p>	
<p><i>Clasificación IFC: Dolor lumbar con deterioro de la coordinación del movimiento ( agudo, subagudo y crónico)</i></p>	<p><i>Clasificación IFC: Dolor lumbar agudo o subagudo con tendencias afectivas o cognitivas.</i></p>

<p>Dolor lumbar y/o dolor lumbar con dolor referido en miembro inferior que empeora con posiciones mantenidas. Hiper movilidad en prueba de movilidad lumbar segmentaria posteroanterior. Prueba de inestabilidad en prono positiva. Disminución de fuerza muscular, resistencia y control neuromuscular de la región pélvica y del tronco. Movimientos aberrantes en prueba de movilidad lumbar activa. Para pacientes postparto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ P4, ASLR y Prueba de trendelenburg positivos.</li> <li>✓ Dolor provocado con palpación del ligamento sacroilíaco dorsal largo o de la sínfisis del pubis.</li> </ul>	<p>Dolor lumbar agudo o subagudo y/o dolor lumbar referido miembro inferior. Alta puntuación en FABQ y conductas consistentes con un individuo que tiene miedo o ansiedad excesiva</p>
--	--

*ASLR, Prueba de elevación activa de pierna extendida; DTR, Reflejos tendinosos profundos; FABQ, Cuestionario de evitación del dolor; IFC, Clasificación internacional de funcionalidad, discapacidad y salud; P4, Provocación del dolor posterior de la pelvis; SRL, Prueba de elevación de pierna extendida. (Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.ª ed. El Sevier; 2016. 118p.)*



## **CAPÍTULO II: DATOS EPIDEMIOLÓGICOS**

### **2.1. PREVALENCIA**

La lumbalgia es una de las causas más frecuentes de incapacidad. La prevalencia de dolor lumbar es de un 60-85% durante la sobrevida de los individuos.(7) El dolor lumbar es la principal causa de lesión y discapacidad para los menores de 45 años de edad y el tercer impedimento prevalente para aquellos mayores de 45.(8)

La lumbalgia es una condición heterogénea y la identificación de los diferentes subgrupos podría ayudar en la decisión sobre su manejo.(2,3) Uno de estos subgrupos es la inestabilidad lumbar.(4,5) Aproximadamente un 23-69% de los casos de dolor lumbar crónico están relacionados con la inestabilidad del segmento lumbar.(11)

### **2.2. IMPACTO SOCIOECONÓMICO**

De acuerdo con los Institutos Nacionales de Salud, el dolor de espalda es uno de los problemas médicos más comunes, afectando a 8 de cada 10 personas en algún momento de sus vidas). Además, el costo directo de dolor lumbar (LBP) en los Estados Unidos son entre los \$ 33 y \$ 55 mil millones por año.(26) Además, las personas con LBP experimentan gastos de salud que son 60% mayores que aquellos sin LBP, 17% de los cuales son un resultado directo de la terapia física y servicios especializados relacionados.(27)

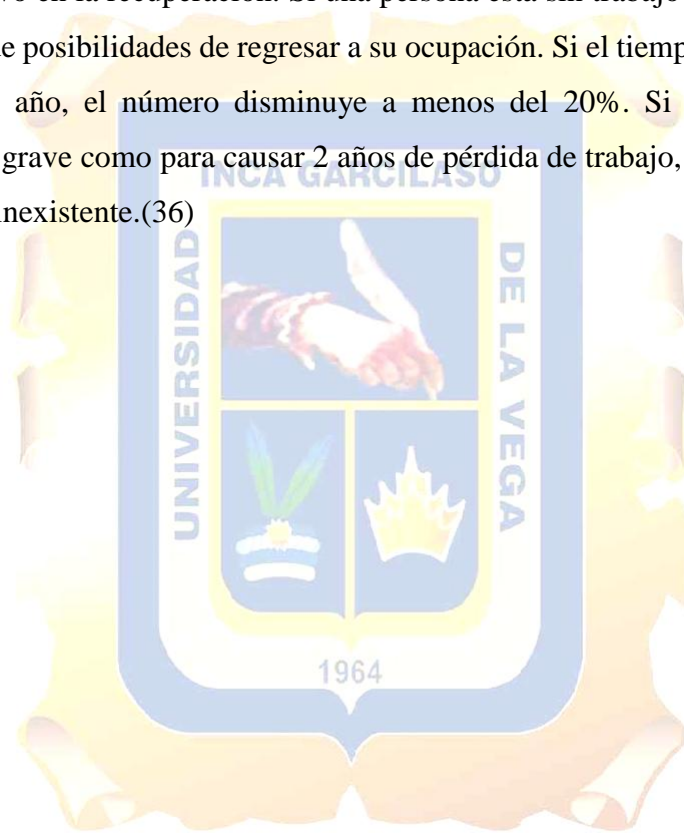
En Reino Unido, el costo del dolor lumbar es alto, se estima de \$15 a \$ 50 mil millones por año.(28–30)

### **2.3. IMPACTO LABORAL**

El dolor lumbar también conlleva a mayores costos asociados a la pérdida del trabajo. Este trastorno es la segunda causa de enfermedad o falta de trabajo en los Estados Unidos, que afecta anualmente al 15-20% de los trabajadores.(31,32) Los costos asociados con las reclamaciones de compensación de los trabajadores equivalen a millones de dólares, con dolor lumbar.(33,34) En 1997, se presentaron más de 1 millón de solicitudes de

indemnización por accidentes de trabajo, lo que dio lugar a un 2-5% de los trabajadores anuales inmersos en pérdida de trabajo y programas de rehabilitación. Alrededor de 7 millones de visitas a fisioterapeutas se dieron como compensación a los trabajadores en 1990.(35)

Generalmente del dolor lumbar es un trastorno autolimitado. Hasta el 90% de pacientes se recupera en 3-4 meses, 70% se recupera en 1 mes, y el 50% en 2 semanas sin tratamiento formal. El 5% del 10% restante no responderá a tratamientos conservadores como terapia física u otro tipo de terapia.(33,36) Para este 5% la pérdida del trabajo tiene un efecto negativo en la recuperación. Si una persona está sin trabajo por 6 meses, tiene menos de 40% de posibilidades de regresar a su ocupación. Si el tiempo fuera del trabajo se extiende a 1 año, el número disminuye a menos del 20%. Si el deterioro es lo suficientemente grave como para causar 2 años de pérdida de trabajo, la probabilidad de regresar es casi inexistente.(36)



## **CAPÍTULO III: REVISIÓN ANATÓMICA Y BIOMECÁNICA**

La anatomía y cinesiología de la región lumbopélvica han recibido considerable atención en la literatura (37,38) lo cual ha mejorado el conocimiento del médico sobre la función de la región lumbopélvica y ha dado mayor énfasis a la naturaleza integrada del movimiento normal entre el tronco y las extremidades. Para examinar, diagnosticar y tratar con corrección la región lumbopélvica, es esencial un conocimiento exhaustivo de sus rasgos anatómicos y cinesiológicos. El conocimiento de la osteología y artrología lumbopélvicas, de la osteocinématica y artrocinemática, la inervación, la miología y la cinética constituyen una base importante para la prescripción de ejercicio. (15)

### **3.1. ANATOMÍA**

La columna lumbar consta de cinco vértebras. Las primeras cuatro vértebras lumbares tienen una estructura similar (Anexo 2) y la quinta vértebra lumbar presenta variaciones estructurales (Anexo 3). (15)

#### **3.1.1. SISTEMA ÓSEO**

##### **a. VÉRTEBRAS LUMBARES:**

Las vértebras lumbares presentan cuerpos enormes y anchos, adecuados para soportar todo el peso de la cabeza, tronco y brazos. La masa total de las cinco vértebras lumbares es casi el doble de las siete vértebras cervicales. En su mayoría, las vértebras lumbares poseen características similares. La lámina y pedículos son cortos y gruesos, y forman las paredes posterior y laterales del conducto vertebral de forma casi triangular. Finas apófisis transversas se proyectan casi lateralmente. Las apófisis espinosas son anchas y rectangulares, y se proyectan horizontalmente desde la unión de cada lámina. Pequeñas apófisis mamilares se proyectan desde las superficies posteriores de cada apófisis articular superior. Estas estructuras sirven de puntos de inserción a los músculos multífidos. Las carillas articulares de las vértebras lumbares se orientan casi en vertical. Las carillas superiores son moderadamente cóncavas, orientadas en sentido medial a

posteromedial. Las superficies de las carillas superiores de la región lumbar superior tienden a orientarse cerca del plano sagital y las superficies de las carillas superiores de la región lumbar media a inferior tienden a orientarse a medio camino entre los planos sagital y frontal. Las carillas articulares inferiores encajan recíprocamente con la forma y orientación de las carillas articulares superiores (Anexo 4). En general, las carillas articulares inferiores son un poco convexas, y su orientación general es lateral a anterolateral. (39)

Las carillas inferiores de L5 se articulan con las carillas superiores del sacro. Las articulaciones cigapoficiarias resultantes de L5-S1 se orientan por lo general mucho más cerca del plano frontal que otras articulaciones lumbares. Las articulaciones cigapoficiarias de L5-S1 son una fuente importante de la estabilidad anteroposterior para la unión lumbosacra.(39)

#### **b. SACRO**

El sacro es un hueso triangular cuya base se orienta en sentido superior y el vértice en sentido inferior (Anexo 5). Una función importante del sacro es transmitir el peso de la columna vertebral a la pelvis. (39)

La superficie anterior (pélvica) del sacro es lisa y cóncava, y forma parte de la pared posterior de la cavidad pélvica. Cuatro pares de láminas ventrales sacras transmiten los ramos ventrales de los nervios espinales que forman gran parte del plexo sacro. La superficie dorsal del sacro es convexa y rugosa por las inserciones de músculos y los ligamentos (Anexo 6). Cuatro pares de agujeros dorsales sacros dejan paso a los ramos dorsales de los nervios sacros. El borde anterior afilado del cuerpo de S1 se llama promontorio del sacro. El triangular conducto sacro aloja y protege la cola de caballo. Los pedículos son muy gruesos y se extienden lateralmente formando las alas laterales del sacro. Las robustas apófisis articulares superiores presentan carillas articulares que se orientan por lo general en sentido posteromedial. Estas carillas se articulan con las carillas inferiores de L5 para formar las articulaciones cigapoficiarias de L5-S1. La gran carilla articular se articula con el ilion, formando la articulación sacroilíaca. El sacro se estrecha caudalmente para formar el vértice, un punto de articulación con el cóccix.(39)

### c. CÓCCIX

El cóccix es un hueso triangular pequeño que consta de cuatro vértebras fusionadas. La base del cóccix se une con el vértice del sacro en la articulación sacrococcígea. La articulación tiene un disco fibrocartilaginoso y se mantiene unida por varios ligamentos pequeños. La articulación sacrococcígea suele fusionarse en la vejez. (40)

## 3.1.2. SISTEMA ARTICULAR

### UNIÓN INTERVERTEBRAL TÍPICA

La típica unión intervertebral presenta tres partes que se asocian con el movimiento y la estabilidad: las apófisis transversas y espinosas, las articulaciones cigoapofisiarias y las sincondrosis entre los cuerpos vertebrales (Anexo 7). Las tres partes comparten funciones comunes, aunque cada una tenga una función predominante (Tabla 2). Las apófisis espinosas y transversas funcionan como palancas que aumentan la ventaja mecánica de los músculos y ligamentos que mueven y estabilizan la columna vertebral. Las articulaciones cigoapofisiarias son sobre todo responsables de guiar el movimiento intervertebral, de forma muy parecida a los raíles de un tren. Cada una está formada por la articulación entre las carillas opuestas. Las sincondrosis entre cuerpos vertebrales de la columna vertebral lumbar comprenden porciones de los dos cuerpos vertebrales y un disco intervertebral (DIV); funcionan sobre todo para amortiguar choques y distribuir cargas. Además, las sincondrosis entre cuerpos vertebrales añaden estabilidad a las vértebras, sirven de punto de aproximación a los ejes de rotación y funcionan como espaciadores intervertebrales. Es una adaptación que transmite la carga vertical, permitiendo el movimiento y oponiendo resistencia a la torsión y el cizallamiento. (39)

**Tabla 2. Funciones predominantes de las tres porciones de una unión intervertebral típica.**

Porción	Función
Apófisis espinosa y apófisis transversas	Proporciona una palanca a los músculos y ligamentos con el fin de generar o restringir el movimiento, así como estabilizar la columna vertebral.
Articulación Cigoapofisiaria	Guía el movimiento vertebral.

<b>Sincondrosis entre cuerpos vertebrales</b>	Absorbe los choques y distribuye la carga por toda la columna vertebral. Confiere estabilidad intervertebral. Sirve de punto aproximado a los ejes de rotación. Actúa como espaciador intervertebral.
---	--

**(Neumann AD. Fundamentos de rehabilitación física. Cinesiología del Sistema Musculoesquelético. 1.ª ed. Winsconsin: Paidotribo, 273P.)**

Los discos intervertebrales tienen un diseño exclusivo de amortiguadores, que protegen el hueso de las fuerzas de compresión producidas por el peso corporal y la contracción de los músculos. Los discos intervertebrales constan de un núcleo pulposo (NP) central rodeado por el anillo fibroso (AF). El núcleo pulposo es un gel de consistencia pulposa localizado en la porción media a posterior del disco. Consiste en un 70% a 90% de agua y funciona como un amortiguador hidráulico modificado (Anexo 8) que disipa y transfiere cargas entre vértebras consecutivas. El anillo fibroso de los discos lumbares contiene 10 a 20 capas concéntricas o anillos de fibras colágenas. La fuerza de compresión aumenta la presión hidrostática del núcleo pulposo encerrado e inundado de agua. El aumento de presión absorbe los choques de la sincondrosis entre los cuerpos vertebrales.(39)

Los discos intervertebrales añaden considerable estabilidad a la columna vertebral, además de ser amortiguadores. La función estabilizadora del disco se debe sobre todo a la configuración estructural de las fibras colágenas del anillo fibroso. En la región lumbar, los anillos de colágeno se disponen en unos 65 grados respecto a la vertical, con fibras de las capas adyacentes dispuestas en direcciones opuestas. (41,42) Esta disposición estructural opone resistencia a la distracción (separación vertical), el cizallamiento (deslizamiento) y la torsión.(41)

EL DIV es la estructura avascular mayor del cuerpo. Sin embargo, es metabólicamente activo con un ritmo relativamente lento. (43) Cuando se produce una lesión en el DIV, la curación se va manifestando, aunque la curación completa requiera meses o años. Uno de los beneficios directos del ejercicio es que puede facilitar la nutrición del DIV. (37,44)

La interacción de las tres partes funcionales de las vértebras es necesaria para el movimiento vertebral normal. La disfunción mecánica en cualquier parte puede causar un trastorno y/o compresión de los tejidos neurales. El conocimiento de la relación

espacial y física entre neurología, osteología, y artrología de la columna vertebral es un elemento esencial de la comprensión de la causa y tratamiento del dolor y disfunción medulares, con independencia de la etiología.(39)

### 3.1.3. SISTEMA LIGAMENTOSO

El sistema de unión ligamentosa se puede analizar correctamente mediante un corte sagital (Anexo 9, en este caso, las láminas del lado izquierdo se han seccionado; bien mediante un corte frontal (Anexo 10, a la altura de los pedículos, con la mitad anterior incluyendo la cara posterior de los cuerpos vertebrales). En cuanto a la mitad posterior del corte (Anexo 10), tras haberle hecho realizar una rotación de 180°, incluye la cara anterior de los arcos posteriores de las vértebras lumbares. Se ha separado una vértebra hacia arriba. Obsérvese que en ambos lados (Anexo 9) se pueden ver los cortes correspondientes a los pedículos. El ligamento longitudinal anterior, es una larga cinta espesa de color nacarado que se extiende desde la apófisis basilar del occipital al sacro, sobre la cara anterior del raquis. Está constituido por largas fibras que van de un extremo a otro del ligamento y fibras cortas arciformes que van de una vértebra a otra. El ligamento longitudinal posterior constituye una cinta que se extiende de la apófisis basilar hasta el canal sacro. El ligamento no tiene ninguna inserción en la cara posterior del cuerpo vertebral, del que permanece separado por un espacio recorrido por los plexos venosos perirraquídeos.(45)

En el arco posterior la unión está garantizada por los ligamentos segmentarios. Cada lámina está unida a la siguiente por un ligamento espeso, muy resistente, de coloración amarilla, se trata del ligamento amarillo. Por abajo, se inserta en el borde superior de la lámina subyacente y por arriba en la cara interna de la lámina contigua superior. Su borde interno se une al de su homólogo contralateral en la línea media y cierra totalmente por detrás el canal raquídeo; por delante y por fuera, recubre la cápsula y el ligamento anteroexterno de las articulaciones cigapoficiarias. De este modo, el borde anteroexterno del ligamento amarillo roza el contorno posterior del agujero de conjunción. Entre cada apófisis espinosa se extiende el potente ligamento interespinoso que se prolonga hacia atrás mediante el ligamento supraespinoso, cordón fibroso que se inserta en el vértice de las apófisis espinosas; en la zona lumbar apenas se distingue del cruce de las fibras de la

inserción de los músculos tóracolumbares. Entre los tubérculos accesorios de las apófisis transversas se extiende a cada lado un ligamento intertransverso, bastante desarrollado en la porción lumbar. (45)

#### **3.1.4. SISTEMA NERVIOSO**

Del tercio externo a la mitad del AF cuenta con inervación (43) y, por tanto, puede ser fuente de dolor en la columna lumbar. Las articulaciones cigoapofisiarias y el músculo multífido están inervados por la rama medial de la rama dorsal del nervio raquídeo. La cápsula y los pliegues sinoviales contienen fibras nociceptivas.(46) . La duramadre ventral está inervada, pero la dorsal no. Los axones de los segmentos L4 a S2 inervan la articulación sacroilíaca (ASI). El nervio glúteo superior, el nervio obturador, las ramas posteriores de S1 y S2, y las ramas del plexo sacro aportan inervación articular.(15)

#### **3.1.5. FASCIA TÓRACOLUMBAR**

La Fascia Tóracolumbar (FTL) es un conjunto de tejido conectivo denso que cubre la región lumbar. Se interconecta con un número extraordinario de estructuras de tejido óseo y blando, mientras que proporciona apoyo importante a la columna vertebral durante las actividades de flexión lumbar y elevación. Anatómicamente consta de tres capas (Anexo 11). Las capas anterior y media surgen de los procesos transversales de las vértebras lumbares y se unen lateralmente, abarcando el cuadrado lumbar mientras se mezclan con la fascia del transversal abdominal y los músculos abdominales y los oblicuos internos. Esto crea una conexión directa entre la columna ósea y los músculos abdominales profundos y parece ser una relación importante para la estabilización dinámica de la columna lumbar. La gran capa posterior de la FTL surge de los procesos espinosos de las vértebras torácica, lumbar y sacra y cubre los músculos erectores espinales. Lateralmente, se une con el músculo dorsal ancho, e inferiormente se une con el músculo glúteo mayor, formando así una conexión directa entre el húmero proximal (la inserción distal del dorsal ancho) y el fémur proximal (inserción distal del glúteo mayor). La FTL proporciona estabilidad posterior de la columna lumbar, ya que refuerza los ligamentos posteriores y el sistema muscular (47).



### **3.1.6. SISTEMA MUSCULAR**

La función óptima de la región lumbopélvica requiere una integración de la musculatura de las caras posterior y anterior de la columna, pelvis y caderas (Anexo 12). Además, el músculo dorsal ancho influye en los mecanismos lumbopélvicos. Como la integración de la musculatura abarca la región lumbopélvica, se aborda el tema de la miología en un formato integrado para toda la región.(15)

#### **a. MIOLOGÍA LUMBOPÉLVICA POSTERIOR**

La fascia tóracolumbar (FTL) y sus poderosas inserciones musculares desempeñan un papel importante en la estabilización de la región lumbopélvica..(48,49) Se han descrito numerosas inserciones musculares en la FTL, como las inserciones del músculo transversal del abdomen y algunas fibras de los oblicuos internos en la porción del rafe lateral de la FTL y las inserciones de los músculos glúteo mayor, dorsal ancho, erector de la columna y bíceps femoral en la hoja posterior de la FTL (Anexo 13). Este patrón sugiere que los músculos de caderas, pelvis y piernas interactúan con los músculos espinales y braquiales a través de la FTL.(48) Los músculos glúteo mayor y dorsal ancho pueden conducir la fuerza contralateralmente a través de la hoja posterior de la FTL, y la acción de estos dos músculos puede unirse para sostener la ASI y la columna lumbar durante la marcha y rotación del tronco. Este sistema integrado también se ha propuesto como un método de transferencia de carga entre la columna y las caderas, en el que la FTL es una estructura de ubicación central para la interacción de los músculos de cada región. Los extensores de la columna se clasifican en superficiales (es decir, los iliocostales) que se extienden a lo largo de la columna y se insertan en el sacro y la pelvis, y profundos (es decir, el longísimo y los multífidos), que se extienden por los segmentos lumbares. Aunque los extensores superficiales de la columna no se inserten directamente en la columna lumbar, presentan un brazo de palanca óptimo para la extensión lumbar en virtud de sus inserciones. Al ejercer tracción sobre el tórax en sentido posterior, crean un movimiento de extensión en la columna lumbar. Funcionan excéntricamente para controlar el descenso del tronco durante la flexión e, isométricamente, para controlar la posición de la porción inferior del tórax respecto a la pelvis durante los movimientos funcionales. (50,51) La inserción de los músculos extensores superficiales de la columna

también influye en la mecánica de la ASI. Debido a la inserción en el sacro de la aponeurosis de los erectores de la columna, la tracción del tendón del erector de la columna sobre la cara dorsal del sacro induce un movimiento de flexión (es decir, nutación) del sacro sobre el ilion. Los músculos erectores profundos de la columna (es decir, los longísimos) presentan un brazo de palanca peor para la extensión de la columna, pero están alineados para ofrecer una contrafuerza dinámica a la fuerza anterior de cizallamiento ejercida sobre la columna lumbar por la fuerza de la gravedad. La inserción de los multifidos en las apófisis espinosas ofrece un poderoso brazo de palanca para la extensión vertebral (Anexo 14). Durante los movimientos de flexión, este músculo contribuye a controlar el ritmo y magnitud de la flexión y el cizallamiento anteriores. (52) Debido a su localización a nivel profundo, la corta amplitud de las fibras y su orientación oblicua, se cree que los multifidos estabilizan ante las fuerzas de flexión y rotación sobre la columna lumbar. (53,54) Varios estudios han arrojado luz sobre su relación con el segmento vertebral. (55–57) El efecto de la disfunción de este músculo, subraya aún más su importante papel en la estabilización de la columna. El músculo multifido también contribuye a la estabilidad dinámica de la ASI. Como se inserta en el ligamento sacrotuberoso, la tensión sobre el ligamento impartida como resultado de la contracción del músculo multifido aumenta potencialmente los mecanismos estabilizadores ligamentarios de la ASI.

#### **b. MIOLOGÍA LUMBOPÉLVICA ANTERIOR**

Uno de los grupos de músculos más importantes que contribuyen a la movilidad y estabilidad de la región lumbopélvica es el mecanismo de la pared abdominal. La pared abdominal se compone, de nivel superficial a profundo, de los músculos recto del abdomen, oblicuo externo, oblicuo interno y transverso del abdomen. El recto del abdomen y los oblicuos parecen desempeñar un papel relativamente más dinámico que el transverso del abdomen. El músculo transverso del abdomen tiene forma de circunferencia, se haya situado a nivel profundo, y presenta inserciones en la FTL, la vaina del músculo recto del abdomen, el diafragma, la cresta ilíaca y la superficie de las seis costillas inferiores.(58) Dado el carácter único de sus características anatómicas, como su localización a nivel profundo, su vinculación con los sistemas de sustentación fascial, su distribución de los tipos de fibras y su posible actividad contra la carga gravitacional durante la bipedestación y la marcha, el músculo transverso del abdomen

es un músculo ortostático importante para la columna lumbar.(59–65) El músculo transverso del abdomen se activa antes de iniciarse el movimiento de la extremidad en personas sin lumbalgia, aunque esta función se pierde cuando las personas presentan lumbalgia.(59) La teoría actual manifiesta que este músculo es un músculo ortostático clave para la columna lumbar y que el énfasis de los ejercicios específicos para la pared abdominal debe conseguir el reclutamiento específico del músculo transverso del abdomen en vez del fortalecimiento o resistencia física generales. Los músculos oblicuos del abdomen que trabajan sinérgicamente crean una banda oblicua anterior y, junto con la banda oblicua posterior (es decir, la FTL y estructuras asociadas), ayudan a estabilizar la columna lumbar y la pelvis en un sistema integrado de soporte miofascial.(66,67) El músculo oblicuo externo derecho trabaja sinérgicamente con el oblicuo interno izquierdo para generar rotación a la izquierda y prevenir una rotación excesiva cuando es necesario. El músculo multífido se contrae sinérgicamente para prevenir la flexión impuesta por los músculos oblicuos, de modo que se produzca una rotación pura o una estabilización en el plano transverso. La dirección medial e inferior de las fibras del músculo oblicuo externo tiene por fin impedir la anteversión y el cizallamiento pélvico anterior. Con respecto a la ASI, los músculos oblicuos del abdomen generan fuerzas compresivas entre los dos huesos del pubis y en la ASI en sentido posterior. (15)

### **c. MIOLOGÍA ASOCIADA DE LA PELVIS, LA CADERA Y LA EXTREMIDAD SUPERIOR**

Veintinueve músculos tienen su origen o se insertan en la pelvis. Veinte conectan la pelvis con el fémur, y nueve, la pelvis con la columna vertebral. Esto implica que fuerzas significativas se generan en la pelvis y, por tanto, en la columna lumbar mediante distintas combinaciones de actividad muscular de rodillas y caderas. Los músculos ilíaco y psoas mayor presentan inserciones importantes en la columna vertebral y la pelvis. Si no se contra estabilizan con los músculos abdominales, el ilíaco puede generar rotación anterior sobre la pelvis, y el psoas mayor puede generar una fuerza de traslación anterior en los segmentos lumbares. Las fibras del músculo glúteo mayor discurren en perpendicular al plano de la ASI y se mezclan con la FTL y el músculo dorsal ancho contralateral.(68) La compresión de la ASI se produce cuando el glúteo mayor y el dorsal ancho contralateral se contraen. Este sistema oblicuo cruza la línea media, y se cree que contribuye de modo significativo a la transferencia de cargas por la cintura pélvica durante las actividades de

rotación y durante la marcha.(66,68) La FTL se tensa por la contracción de los músculos glúteo mayor, dorsal ancho y erectores de la columna. Además de la inserción en la tuberosidad isquiática, la cabeza larga del músculo bíceps femoral se inserta en el ligamento sacrotuberoso. La contracción del bíceps femoral aumenta la tensión del ligamento sacrotuberoso y ejerce tracción del sacro contra el ilion, incrementando eficazmente la estabilidad de la ASI.(63) En bipedestación y al caminar, la cintura pélvica se estabiliza sobre el fémur mediante la acción coordinada de los músculos glúteos medio y menor ipsilaterales y por los músculos aductores contralaterales. Indirectamente, al mantener una relación entre la cadera, la pelvis y la columna lumbar en el plano frontal, los músculos glúteo medio, glúteo menor y los aductores contribuyen a la estabilidad de la columna lumbar. Aunque estos músculos no intervengan directamente en el cierre de fuerza de la ASI, desempeñan un papel significativo en la función de la cintura pélvica. (15)

Se considera que el músculo piramidal es parte del grupo de rotadores laterales profundos de la cadera y del suelo de la pelvis. Parece desempeñar un papel vital en la estabilización de la ASI. El piramidal se inserta en el sacro, en la superficie anterior del ligamento sacrotuberoso y en el borde medial de la cápsula de la ASI. Este músculo ancla el vértice del sacro y controla la nutación del sacro. El vínculo entre la función del suelo de la pelvis y la función lumbopélvica no debe infravalorarse. Un investigador descubrió que algunos pacientes con lumbalgia crónica no podían reclutar el músculo transversal del abdomen sin la contracción previa del suelo de la pelvis.(64)

### **3.2. BIOMECÁNICA**

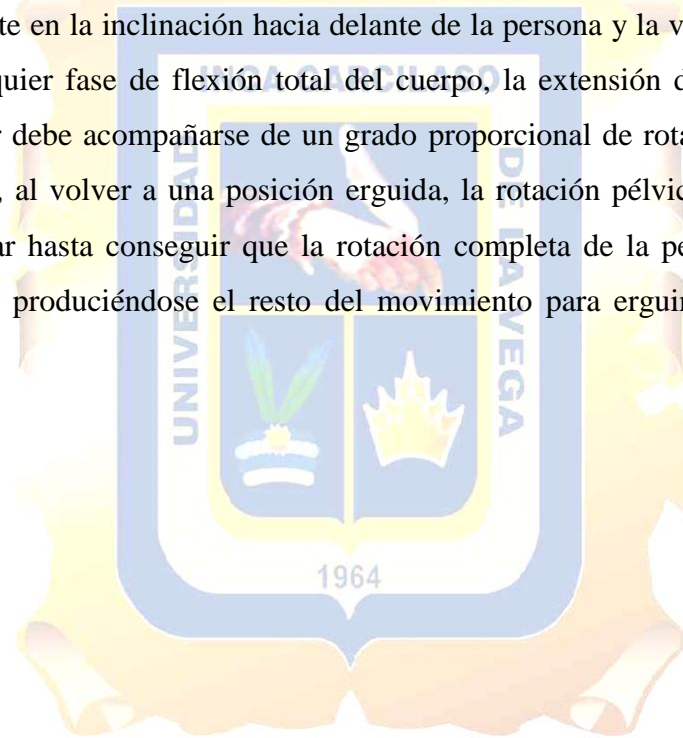
La amplitud del movimiento de la columna lumbar es diferente en los distintos niveles y depende de la orientación de las carillas de las articulaciones intervertebrales. El movimiento entre dos vértebras es escaso y no se produce con independencia, ya que todos los movimientos vertebrales comprenden la acción combinada de varios segmentos móviles. (15)

### 3.2.1. OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA

La región lumbar es capaz de realizar movimientos de flexión, extensión, inclinación y rotación. (69)

Las carillas lumbares de L1 a L4 se hallan sobre todo en el plano sagital y favorecen la flexión y extensión en detrimento de la flexión lateral y la rotación. El grado de flexión varía en cada interespacio de la columna lumbar, pero la mayor parte de la flexión se produce entre los niveles de L4 y S1. La flexión lateral es mayor en los niveles lumbares superiores y mínima en el nivel lumbosacro, mientras que la rotación es mínima de L1 a L4 y máxima a nivel lumbosacro. La flexión es una combinación de rotación sagital anterior (es decir, movimiento osteocinemático) y un pequeño grado de traslación sagital anterior (es decir, movimiento artrocinemático) (Anexo 15). Varía entre 8 y 13 grados por segmento lumbar y está limitada sobre todo por el sistema ligamentario posterior y los DIV posteriores, las cápsulas de las articulaciones cigoapofisiarias y la compresión de los DIV anteriores. La extensión es una combinación de rotación sagital posterior (es decir, movimiento artrocinemático). Varía entre 1 y 5 grados por segmento lumbar y está limitada por el contacto óseo de los elementos posteriores. La rotación está limitada aproximadamente 1 a 2 grados por segmento en cada dirección. (70) Inicialmente, la rotación se produce sobre un eje vertical, seguida por un desplazamiento en el eje a la articulación cigoapofisiaria contralateral comprimida (Anexo 16). La rotación está limitada por la disposición ósea de la articulación cigoapofisiaria contralateral, por la tensión de la cápsula articular cigoapofisiaria ipsilateral, y por aproximadamente una mitad de las fibras anulares mientras están elongadas. La rotación suele acompañarse de flexión lateral en distintos patrones. (38) De forma parecida, la flexión lateral no se produce aislada en la columna lumbar, sino acompañada de rotación. La conjunción de movimientos en la columna lumbar, aparte de L5-S1, donde se da la conjunción ipsilateral de rotación y flexión lateral,(71) no es consistente. Se produce variación de los movimientos conjuntos entre personas y en distintos segmentos de la misma persona. El patrón individual de movimiento varía con la posición sagital del segmento.(38) Como parece haber una diversidad de posibles conjunciones de movimiento, no existen reglas sobre la rotación y flexión lateral. Debe evaluarse la biomecánica de cada paciente. Durante los movimientos de flexión, la porción anterior del AF y el NP resulta comprimida, la porción posterior del AF se estira y la porción posterior del NP se

comprime contra la pared posterior. La porción posterior del AF es la porción más fina, y la combinación de estiramiento y aumento de la presión en esta área puede causar daños en el AF. Debido a la dirección alternante de las fibras del AF, sólo la mitad de las fibras se estiran durante la rotación mientras la otra mitad se relaja. Este patrón de estiramiento puede ser una de las razones por las que el disco es más vulnerable a las lesiones durante los movimientos combinados de flexión y rotación. En bipedestación, la columna lumbar se mueve en concierto con el complejo de la pelvis y la cadera para producir movimiento en los planos sagital, frontal y transverso. La relación mejor conocida del movimiento lumbo-pélvico-coxal, el ritmo lumbopélvico (RLP), se produce en el plano sagital durante la inclinación anterógrada del tronco. El RLP es un movimiento simultáneo con una relación rítmica entre un movimiento lumbar y la rotación pélvica; el movimiento completo consiste en la inclinación hacia delante de la persona y la vuelta a la posición erecta. En cualquier fase de flexión total del cuerpo, la extensión de la flexión de la columna lumbar debe acompañarse de un grado proporcional de rotación pélvica.(72). Por el contrario, al volver a una posición erguida, la rotación pélvica debe llevar a la extensión lumbar hasta conseguir que la rotación completa de la pelvis vuelva a una posición neutra, produciéndose el resto del movimiento para erguirse en la columna lumbar.(72)



## CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO

### 4.1. HISTORIA CLÍNICA

Los datos de un cuestionario completado por sujetos diagnosticados con inestabilidad clínica involucrados en ensayos clínicos recientes revelaron que la mitad de los sujetos desarrollaron su condición de dolor de espalda secundaria a una lesión de un solo evento y la otra mitad desarrollaron gradualmente su dolor de espalda en relación con múltiples incidentes traumáticos menores.(73) La principal queja de los sujetos fue el dolor lumbar crónico y recurrente con niveles crecientes de discapacidad funcional a lo largo del tiempo. Sus medios para controlar los síntomas eran reducir su nivel de actividad. Los sujetos también informaron una respuesta de tratamiento conservador pobre con agravación a la manipulación espinal y movilización o sólo alivio a corto plazo de esta forma de terapia, que no alteró la historia natural de la condición.

El dolor de espalda se describió con mayor frecuencia como recurrente (70%), constante (55%), «atrapado» (45%), «bloqueado» (20%), 'Inestabilidad' (35%). Las posturas agravantes más frecuentemente reportadas fueron: sentada sostenida (85%), postura prolongada (70%) y posturas semi-flexionadas (70%). Los movimientos agravantes más comunes fueron flexión lumbar (75%), movimientos súbitos inesperados (75%), regreso a una posición vertical de flexión (65%), levantamiento (65%) y estornudo (60%).(73) Estos síntomas y signos son comúnmente reportados como consistentes con la presencia de inestabilidad clínica (74,75) y son consistentes con la presencia de un trastorno de dolor durante la carga y el movimiento, particularmente dentro de la zona neutra de movimiento.

El paciente suele referir dolor a bipedestación y sedestación prolongada, durante la marcha por periodos prolongados, a la flexión lumbar mantenida por periodos prolongados, dolor después de un sueño prolongado, y al levantarse desde una posición sedente baja. (76)

## 4.2. EXAMINACIÓN FÍSICA

Debido a que la mala calidad del movimiento es un aspecto clave de la inestabilidad clínica, ha sido sugerido por varios autores que la presencia de movimientos aberrantes durante el movimiento activo son un signo clave de inestabilidad clínica.(77–79) Los movimientos aberrantes se describen como aceleraciones súbitas o deceleraciones de movimiento o movimientos que se producen fuera del plano de movimiento previsto y son un signo de control neuromuscular deficiente. (77,79,80)

Otros signos y síntomas de inestabilidad clínica son la sensibilidad general de la región lumbar, el dolor referido en la zona de la nalga o muslo, la rigidez del músculo paraespinal y el dolor en posturas mantenidas.(44,77,79,81–84)

Debido a que no se ha establecido una herramienta diagnóstica definitiva para la inestabilidad, la inestabilidad clínica sigue siendo diagnosticada a partir de un conjunto de hallazgos clínicos, incluyendo historia, síntomas subjetivos, análisis visual de la calidad del movimiento activo y métodos de examinación manual.(85)

### a. Prueba de cizallamiento lumbar posterior (Anexo 17)

- Propósito: La prueba es utilizada para evaluar la inestabilidad de segmentos lumbares L1-L2 hasta L5-S1.
- Posición del paciente: El paciente en bípedo con ambas manos en el abdomen.
- Posición del Terapeuta: El terapeuta se arrodilla a un lado y ligeramente detrás del paciente.
- Posición de la mano: Mano izquierda: sobre las manos del paciente.  
Mano derecha: La almohadilla del dedo medio se utiliza para palpar el proceso espinoso específico; El índice y el cuarto dedos se utilizan para bloquear los procesos transversales de la vértebra inferior; Y el talón (eminencias tenar / hipotenar) de la mano se utiliza para bloquear el sacro.
- Procedimiento: La almohadilla del dedo medio de la mano derecha se utiliza para palpar el proceso espinoso de L5. El talón de la mano derecha bloquea el sacro. La mano izquierda se usa para dar una fuerza anterior a posterior a través de las manos y antebrazos del paciente. La almohadilla



del dedo medio de la mano derecha se utiliza para palpar para la traslación posterior del segmento lumbar especificado. El procedimiento se repite con palpación de los procesos espinosos de L4, L3, L2 y L1. La cantidad de traslación posterior en cada segmento se compara y los resultados positivos de la prueba incluyen la provocación de síntomas familiares o la detección de una movilidad excesiva anterior a posterior.

- Notas: La relajación del paciente (de los músculos abdominales) es vital para el correcto funcionamiento de esta técnica. La traslación posterior excesiva en un segmento puede indicar inestabilidad en ese segmento. Esta técnica debe utilizarse junto con otras pruebas para confirmar los signos y síntomas de inestabilidad lumbar. La prueba de fiabilidad para este procedimiento se ha notificado con un valor kappa de 0,35.(86) Fritz, Piva y Child probaron 49 pacientes con LBP y encontraron confiabilidad interexaminador de 64% de concordancia y un valor kappa de 0,27 (0,14, 0,41) con sensibilidad 0,57 (0,37, 0,75), especificidad 0,48 (0,26, 0,7), + LR 1,1 (0,7, 1,8) y -LR 0,9 (0,5, 1,5). (87)

#### **b. Prueba de inestabilidad en Prono (Anexo 18)**

- Propósito: La prueba es utilizada para evaluar la inestabilidad de segmentos lumbares L1-L2 hasta L5-S1.
- Posición del paciente: El paciente en decúbito prono con el cuerpo en la mesa de examinación, con las piernas en el borde de la camilla, y los pies descansando en el piso.
- Posición del Terapeuta: El terapeuta parado a un lado de la columna lumbar del paciente.
- Posición de la mano: Mano izquierda: La eminencia hipotenar (distal al pisiforme) es ubicada en la apófisis espinosa a evaluar con la muñeca extendida y el antebrazo perpendicular al ángulo del contorno de la columna lumbar.  
Mano derecha: El segundo y el tercer dedo se entrelazan sobre la mano izquierda para fijar la posición de la mano derecha.
- Procedimiento: El examinador aplica una presión posteroanterior a cada vértebra lumbar a evaluar. Si se informa de la provocación del dolor, el

paciente levanta los pies del suelo y la presión se vuelve a aplicar en las vértebras sintomáticas. Los resultados de la prueba son positivos si el dolor está presente en la primera posición pero no se reproduce con la misma gravedad cuando la presión se vuelve a aplicar a la vértebra sintomática con la segunda posición (es decir, los pies levantados del suelo).

- Notas: Esta técnica debe utilizarse junto con otras pruebas para confirmar los signos y síntomas de inestabilidad lumbar. Esta prueba es fiable con un valor kappa de 0,87. Esta prueba también se incluyó en la RCP (reglas de predicción clínica) desarrollada por Hicks para pacientes con respuestas favorables a los programas de ejercicio de estabilización espinal.(23) Por lo tanto, los resultados positivos se correlacionaron con pacientes con respuestas positivos y negativos Los resultados de las pruebas se correlacionaron con los pacientes sin respuestas favorables a los programas de ejercicio de estabilización espinal.(23) Esta prueba fue una de las cuatro variables identificadas y reportadas en la tabla 3 en la RCP para el éxito y el fracaso del programa de ejercicios de estabilización lumbar. Fritz, Piva y Childs evaluaron 49 pacientes con LBP y encontraron confiabilidad interexaminador de 85% de concordancia y un valor kappa de 0,69 (0,59, 0,79) para la prueba de inestabilidad prona con sensibilidad 0,61 (0,41,0,78), especificidad 0,57 (0,34, 0,77 ), + LR 1,4 (0,8, 2,5), y -LR 0,9 (0,7, 1,2). (87)

### **c. Prueba de Extensión Lumbar en Prono (Anexo 19)**

- Propósito: La prueba es utilizada para evaluar la inestabilidad y es positiva si el dolor lumbar es provocada por este test.
- Posición del paciente: El paciente en decúbito prono.
- Posición del Terapeuta: El terapeuta bípedo a la altura de los pies del paciente.
- Posición de la mano: El terapeuta coge los pies firmemente con cada mano.
- Procedimiento: El terapeuta levanta ambas piernas simultáneamente de la mesa a una altura de 30 cm, manteniendo las rodillas extendidas y tirando

suavemente de las piernas. La prueba es positiva cuando el levantamiento pasivo de las piernas provoca dolor característico en la región lumbar que se alivia cuando las piernas se bajan de nuevo a la mesa.

- Notas: Kasai et al. compararon los resultados de esta prueba con evidencia radiográfica de flexión / extensión de inestabilidad lumbar y encontraron sensibilidad de 0,84 y especificidad de 0,90 con a + LR de 8,84 (4,51, 17,33) y -LR de 0,2 (0,1, 0,4).(88) Alquarni et al. calificaron al Kasai et al. como un estudio de alta calidad con un 18/26 evaluación de la calidad de los estudios de precisión diagnóstica (QUADAS).(89) Rabin et al. reportaron un acuerdo interexaminador de kappa = 0,76; (IC del 95%: 0,46, 1,00) en el uso de la prueba de extensión lumbar prona en un estudio separado con 26 pacientes con LBP.(90)

#### **d. Prueba de Elevación Activa de Pierna Extendida (Anexo 20)**

- Propósito: Esta prueba evalúa la capacidad de la región lumbopélvica para aceptar la carga aplicada desde las extremidades inferiores. Cuando los resultados de la prueba son positivos, se supone que existe una falta de control del motor para la estabilización dinámica de la pelvis.
- Posición del paciente: El paciente en decúbito supino con las piernas extendidas sobre la camilla.
- Posición del Terapeuta: El terapeuta bípedo al lado del paciente.
- Procedimiento: El terapeuta le pide al paciente que levante lentamente y de manera activa una pierna manteniéndola recta 20 cm (8 pulgadas) sobre la mesa, haga una pausa y luego baje lentamente la pierna hacia la mesa (Anexo 20, A). El movimiento se repite en cada lado. El terapeuta observa la capacidad del paciente para estabilizarse en la región lumbopélvica durante la elevación y descenso de la pierna activa y le pide al paciente que califique el nivel de dificultad para levantar la pierna y la provocación del dolor con el ASLR. Si el paciente admite dificultad para levantar la pierna o se provocan síntomas con el ASLR, se repite el ASLR con el terapeuta proporcionando compresión de la pelvis anterior al nivel de la sínfisis púbica para simular la acción de los músculos del suelo pélvico anterior y el TrA (Anexo 20, B). Si los síntomas se alivian o la facilidad

de levantar la pierna se mejora con la compresión pélvica, los resultados de la prueba son positivos. El ASLR se repite con fuerzas de compresión aplicadas en la pelvis posterior al nivel de la espina sacroilíaca posterior superior (EIPS) para simular la acción del multifido sacral (Anexo 20, C). Si los síntomas se alivian o la facilidad de elevación de la pierna se mejora con la compresión posterior, los resultados de la prueba son positivos. El movimiento de la prueba también puede repetirse después de la aplicación de una correa de compresión pélvica. Si hay menos dolor y mayor facilidad para levantar la pierna después de aplicar una correa de compresión pélvica (Anexo 20, D), la prueba también es positiva.

- Notas: Los resultados de la prueba positiva con compresión pélvica anterior son una indicación de una falta de control neuromuscular proporcionada por el suelo pélvico anterior y los músculos TrA. Los resultados de la prueba positiva con compresión pélvica posterior son una indicación de una falta de control neuromuscular proporcionada por los músculos multifidos. Mens et al. informaron que la fiabilidad test-retest de la prueba ASLR en la identificación de mujeres con dolor pélvico posterior desde el embarazo tenía un coeficiente de correlación de Pearson de 0,87. La sensibilidad de la prueba fue de 0.87 y la especificidad fue de 0.94.(91) En la descripción original de Mens et al. de la prueba ASLR, se pidió al paciente de postparto que anotara el esfuerzo percibido para realizar la prueba en una prueba de seis puntos (0 -5) escala: no es difícil en absoluto, mínimamente difícil, algo difícil, bastante difícil, muy difícil, o incapaz de realizar; y no se utilizaron las maniobras confirmatorias de compresión pélvica anterior y posterior. La prueba de ASLR fue considerada positiva por Mens et al. si un paciente clasificó el esfuerzo percibido para realizar la prueba para ser 1 (mínimamente difícil) o mayor para cualquiera de las piernas.(91) Rabin et al.(90) informaron puntuaciones de confiabilidad interexaminador para 25 pacientes con LBP como kappa = 0,53 (IC del 95%: 0,20, 0,84) y realizó la prueba con la descripción original de Mens et al. (91) Roussel et al.(92) informaron confiabilidad interexaminador de kappa = 0,70 cuando el ASLR se utilizó para evaluar 36 pacientes con LBP crónica no específica

#### e. Prueba de Control Lumbopélvico en Supino (Anexo 21 A y B)

- Propósito: Esta prueba evalúa la capacidad del TrA para controlar el movimiento lumbopélvico mientras se realizan movimientos de las extremidades inferiores para desafiar el sistema.
- Posición del paciente: El paciente en decúbito supino con biostabilizer (bolsa de presión) colocado en la región lumbosacra (borde inferior de S2).
- Posición del Terapeuta: El terapeuta está al lado del paciente para proporcionar instrucciones y para palpar el TrA justo medial a la ASIS para la retroalimentación táctil.
- Procedimiento: La bolsa de retroalimentación de presión se infla hasta 40 mm Hg y se instruye al paciente para que contraiga y mantenga el músculo TrA realizando el abdominal drawing in maneuver (ADIM).(93) El manómetro aumenta 2 a 3 mm Hg con la contracción o permanece mismo. El paciente debe practicar contracciones isométricas de 10 segundos en esta posición. Para pruebas adicionales de la capacidad de estabilizar la columna lumbopélvica, los movimientos de la pierna pueden ser inducidos mientras que el paciente intenta mantener la lectura del indicador de presión constante durante el movimiento. Los movimientos de las piernas que se pueden usar (en orden de dificultad) incluyen un deslizamiento del talón, de 3 pulgadas (Anexo 21, A), una caída de la rodilla flexionada (abducción de la cadera con rotación externa, Anexo 21, B y D), y una elevación de pierna extendida (8 a 10 pulgadas, Anexo 21, C).
- Notas: Si el paciente es incapaz de estabilizar la columna lumbopélvica con movimientos de piernas, el programa de hogar debe centrarse en aislados sostenido (10 segundos) isométrica del TrA. Una vez que el paciente puede dominar esta maniobra, se puede superponer una progresión gradual de los movimientos de las piernas en la posición lumbopélvica neutra estable a medida que se mantiene la contracción del TrA.

**f. Prueba en Prono del Transverso Abdominal: (Anexo 22)**

- Propósito: El propósito de esta prueba es evaluar la capacidad de aislar el control muscular TrA en ausencia de sobredominancia de los músculos abdominales globales.
- Posición del Paciente: El paciente está tendido con los brazos al costado y la unidad de biofeedback de presión se coloca debajo del abdomen con el ombligo en el centro de la bolsa y el borde distal de la bolsa en alineación con el EIAS derecho e izquierdo. Si el paciente no tolera bien la posición prona, se puede colocar una cuña de espuma firme debajo de la pelvis.
- Posición del terapeuta: El terapeuta se coloca al lado del paciente con las manos a los lados de la columna lumbar del paciente para facilitar el ADIM.
- Procedimiento: La almohadilla de presión se infla hasta 70 mm Hg. Se le instruye al paciente para que inspire y espire y luego, sin respirar, atrae lentamente el abdomen para levantar el abdomen de la bolsa, manteniendo la posición de la columna vertebral estable. Una vez que la contracción se ha logrado, el paciente debe volver a la respiración normal relajada. Una realización exitosa de la prueba reduce la presión en 6 a 10 mm Hg, lo que indica que el paciente puede realizar una contracción TrA aislada. Se logra resistencia normal cuando el paciente puede sostener hasta 10 repeticiones de retenciones de 10 segundos de un ADIM. (93)
- Notas: El terapeuta debe asegurarse de que el paciente no está inclinando la pelvis o flexionando la columna vertebral para lograr el cambio en la presión. El ADIM es la base del entrenamiento de estabilización lumbopélvica exitosa, y el dispositivo de biofeedback de presión se puede utilizar para facilitar la progresión de un programa de ejercicio de estabilización.

g. **Prueba de Control Neuromuscular de Extensión de Cadera en Prono: (Anexo 23)**

- Propósito: Esta prueba se utiliza para evaluar la fuerza, el control y el patrón de activación de los estabilizadores lumbopélvicos y los músculos extensores de la cadera durante la extensión activa de la cadera.
- Posición del Paciente: El paciente en prono con una almohada colocada debajo de la pelvis para el mantenimiento de una posición neutral de la columna vertebral.
- Posición del terapeuta: El terapeuta se coloca al lado de la mesa para observar y palpar la acción del músculo testeado.
- Procedimiento: Se le indica al paciente que levante una pierna recta de 8 a 10 pulgadas sobre la mesa. El terapeuta observa la capacidad del paciente para mantener una posición neutra de la columna vertebral durante esta prueba y para el patrón de activación del músculo, que debería progresar como glúteo mayor / isquiotibiales ipsilaterales, multífido contralateral, multífido ipsilateral, erector espinal contralateral y erector espinal ipsilaterales. Se observa también la provocación del dolor y una mala habilidad para estabilizar la columna lumbar pélvica durante esta prueba.
- Notas: Cuando un paciente tiene una mala habilidad para estabilizar la región lumbopélvica con esta maniobra, es común un patrón de sobre dominación de los músculos erectores espinales globales y demora o falta de activación de los músculos locales profundos (multífidos y TrA). Con la demora en la activación y la debilidad del glúteo mayor, se observa una reducción del grado de extensión de la cadera y compensación con una inclinación anterior de la pelvis, hiperlordosis y aumento de la presión en los segmentos lumbares de la columna vertebral. Con el entrenamiento de los músculos locales, el paciente a menudo puede comenzar a realizar esta prueba con un mejor control y menos dolor. El ADIM puede usarse para limitar la excesiva inclinación pélvica anterior y reducir la hiperactividad del músculo erector espinal, lo que aumenta el control de la extensión de cadera en prono.(94) Murphy et al.194 determinaron la confiabilidad interexaminador de 42 pacientes con dolor lumbar crónico para la

evaluación de la desviación de la columna lumbar durante la extensión activa de la cadera en prono en uno de tres patrones: (1) rotación de la columna lumbar de manera que los procesos espinosos parecen moverse hacia el lado de la extensión de la cadera; (2) desplazamiento lateral de la columna lumbar hacia el lado de la extensión de la cadera; O (3) extensión de la columna lumbar. Dos clínicos observaron simultáneamente y evaluaron de forma independiente de la prueba de extensión de cadera en prono a la izquierda y derecha y las puntuaciones de kappa fueron reportadas como 0,72 para la pierna izquierda y 0,76 para la pierna derecha.

#### **h. Prueba de Control Neuromuscular en Abducción de Cadera: (Anexo 24)**

- Propósito: El propósito de esta prueba es evaluar el patrón de activación muscular, la fuerza y el control de los abductores de cadera y los estabilizadores lumbopélvicos.
- Posición del Paciente: El paciente está acostado de lado con la cadera inferior y la rodilla flexionada a 30 grados y la parte superior de la pierna extendida y alineada con el plano del tronco.
- Posición del terapeuta: El terapeuta está al borde de la mesa detrás del paciente.
- Procedimiento: Al paciente se le instruye que levante la pierna superior aproximadamente 24 pulgadas de la mesa mientras mantiene la pierna alineada con el tronco (Anexo 24, A). El terapeuta observa la calidad del movimiento. Una pierna que se flexiona en la articulación de la cadera al abducirse es un signo de debilidad del glúteo mediano y una sobredominación o compensación con el tensor de la fascia lata. El paciente también puede tener una incapacidad para estabilizar la pelvis en esta posición, lo que podría ser una indicación de un pobre control de los estabilizadores de tronco locales. También se debe realizar una prueba de contracción isométrica del músculo glúteo mediano con la colocación de la cadera a 35 grados de abducción, 10 grados de extensión y 10 grados de rotación externa y aplicación de una prueba de freno en aducción (Anexo 24 B). El paciente debe ser capaz de mantener esta posición con



un nivel moderado de fuerza para mostrar la fuerza normal del glúteo medio.

- Notas: La fuerza y el control normales del glúteo mediano se requieren para la estabilidad dinámica lumbopélvica y la función adecuada de las extremidades inferiores. La sobreactivación del músculo tensor de la fascia lata para compensar la debilidad del glúteo mediano a menudo da como resultado un acortamiento de la banda iliotibial, lo que puede contribuir a las alteraciones lumbopélvica, de cadera y de rodilla. Bird et al. compararon los resultados de la abducción de cadera resistida por debilidad o provocación por dolor con los hallazgos de resonancia magnética de un desgarro completo o parcial del tendón del glúteo mediano en 24 pacientes con dolor lateral de cadera y encontraron una sensibilidad de 0,72 y especificidad de 0,46.(95) Rabin informó confiabilidad interexaminador pobre para la prueba de abducción activa de cadera con kappa de -0,09 (-0,035, 0,27) con las pruebas en 25 pacientes con LBP en el que los examinadores evaluaron la calidad y el control del movimiento.(24)

### **4.3. ESTUDIOS DE IMÁGENES**

La inestabilidad determinada radiológicamente se caracteriza por una pérdida de integridad pasiva, provocando una excesiva traslación vertebral o rotación. Las radiografías de flexión-extensión lumbar máxima en bipedestación se consideran un estándar de referencia para detectar la función del sistema de estabilización pasiva. (96,97) Este método es comúnmente usado para evaluar la movilidad segmentaria de la columna lumbar en espondilolistesis degenerativa y disfunciones degenerativas del disco. El diagnóstico radiográfico de la espondilolistesis se considera uno de los métodos más eficaces para identificar la inestabilidad lumbar.(98)

La inestabilidad segmentaria lumbar en ausencia de defectos de la estructura ósea también se ha citado como una causa importante de dolor lumbar crónico.(5,99) Las diferencias entre los criterios de inestabilidad quirúrgica y los criterios de “inestabilidad funcional” fueron definidas por Panjabi hace décadas.

## CAPÍTULO V: TRATAMIENTO

La estabilidad mecánica de la columna lumbar se puede conseguir a través de diferentes mecanismos: la presión intraabdominal (PIA), la co-contracción de los músculos del tronco, el soporte externo y la cirugía. (100)

### 5.1. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

La indicación de la cirugía en el tratamiento del dolor lumbar crónico se basa en que el dolor es teóricamente provocado por la movilidad de los segmentos vertebrales que muestran signos degenerativos en las imágenes radiográficas o en la RNM (resonancia magnética).(101)

Los procedimientos quirúrgicos utilizados son la fusión vertebral o artrodesis y, en menor medida, la sustitución del disco intervertebral por una prótesis discal

En una RS (revisión sistemática) (256) se aborda el papel de la cirugía en la espondilosis lumbar, término que incluye causas de dolor lumbar crónico tanto inespecífico como con causas específicas, como la compresión neurológica y la deformidad e inestabilidad vertebral.(102)

Los síntomas asociados con la espondilosis lumbar degenerativa varían en cuanto a su gravedad y tienen una correlación relativamente baja con la gravedad de los cambios anatómicos o radiográficos. Sólo una pequeña proporción de pacientes se someten a cirugía. El tratamiento quirúrgico puede adoptar la forma de: a) fusión con el objetivo de aliviar el dolor lumbar (con o sin referencia a síntomas en la pierna, pero con la queja dominante de dolor lumbar), o b) descompresión de las raíces nerviosas o cola de caballo, con el objetivo de aliviar la claudicación neurogénica. En general, se considera la fusión si hay una degeneración grave del disco, una mala alineación o pruebas de inestabilidad de la columna. Por lo general, las decisiones quirúrgicas se basan no sólo en la naturaleza de la patología localizada, los síntomas y la discapacidad asociados, sino también en otros factores como la ocupación del paciente, las actividades deportivas o recreativas y su situación socioeconómica. La opción de un procedimiento u otro puede estar influida por las creencias del cirujano acerca del papel de la cirugía en los trastornos de la columna y en los instrumentos quirúrgicos y las habilidades disponibles.(103)

## 5.2. TRATAMIENTO CONSERVADOR

Se ha afirmado durante muchos años que la presión intraabdominal (PIA) desempeña un papel importante en el apoyo de la columna lumbar, especialmente durante el levantamiento de peso. Aunque se creía que PIA reducía directamente las cargas de compresión en la columna vertebral, se encontró que la actividad del músculo abdominal necesaria para crear mayor PIA realmente aumentaba la compresión en la columna.(104,105) A pesar de agregar fuerza de compresión adicional a la columna lumbar, PIA a través de la contracción de los músculos abdominales parece estabilizar la columna vertebral. El mecanismo de esta mayor estabilidad sigue siendo controversial. Algunos sugieren que PIA produce un momento extensor que ayuda a la erección de las espinas en el apoyo de la columna vertebral.(106) Otros sugieren que los músculos abdominales junto a otros músculos del tronco sirven para aumentar la rigidez de la columna vertebral, creando efectivamente un corsé flexible o tablilla de aire alrededor de la columna vertebral.(104,107) Independientemente del mecanismo, la estabilidad de la columna vertebral, es el resultado.

Los clínicos son muy conscientes de los pacientes que co-contraen sus músculos del torso para estabilizar una articulación. Este tipo de comportamiento tiene sentido, y de hecho, es la única manera de estabilizar una articulación activamente. (Anexo 25)

El concepto de estabilidad está revolucionando la rehabilitación. Curiosamente, rara vez se requieren fuerzas musculares grandes. En cambio, se requieren bajos niveles de co-contracción muscular para una estabilidad suficiente en casi todas las tareas. Esto significa que un paciente debe ser capaz de mantener una estabilidad suficiente para subir y bajar del inodoro, dentro y fuera del coche, arriba y abajo, etc. Este argumento sugiere que el margen de seguridad al realizar tareas, particularmente las tareas de la vida diaria, no se ve comprometida por la insuficiencia de la fuerza sino por la insuficiente resistencia muscular o la coordinación muscular. Estamos empezando a entender la vía mecánica de los estudios que muestran la eficacia del entrenamiento de resistencia, en lugar de la fuerza de los músculos que estabilizan la columna vertebral. Tener fuertes músculos abdominales no proporciona el efecto profiláctico que se esperaba. Sin embargo, trabajos recientes sugieren que los músculos con buena resistencia reducen el riesgo de futuros problemas de espalda.(108)

La restricción del movimiento a cualquier nivel de la columna puede aumentar el movimiento en otro nivel. El uso de fajas lumbares como un medio de prevenir la lesión de la zona lumbar sigue siendo controvertido. Originalmente se pensaba que ayudaba a incrementar la PIA como una forma de descarga de la columna durante la elevación de un objeto; sin embargo, no existe evidencia concluyente de la efectividad biomecánica de estos equipos. El National Institute for Occupational Safety and Health (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional) ha desaconsejado el uso de fajas lumbares para prevenir las lesiones de la zona lumbar (NIOSH, 1994). Además el uso de una órtesis para limitar el movimiento torácico y lumbar puede provocar un movimiento compensatorio en el nivel lumbosacro. (109)

La investigación sobre el efecto de las fajas lumbares sobre la actividad muscular no ha revelado diferencias significativas en la actividad EMG de los extensores del tronco durante la elevación con o sin una faja lumbar (110,111) mientras que McGill et al. (1990) mostraron una actividad EMG ligeramente aumentada de los músculos abdominales (a excepción de los músculos oblicuos internos) y de los paravertebrales. (112) Thomas et al (1999) han verificado un ligero aumento de la actividad EMG (2%) en los paravertebrales durante la elevación simétrica con una faja lumbar.(113) Las fajas lumbares no han mostrado un incremento significativo de la capacidad de elevación. (114)

## **CAPÍTULO VI: TERAPIA MANUAL EN LA ESTABILIZACIÓN LUMPOPELVICA**

La Fisioterapia Manual Ortopédica (TMO) constituye un área de especialización dentro de la Fisioterapia destinada a la evaluación y tratamiento de las disfunciones artro-neuromusculares. Está basada en el razonamiento clínico, la evidencia científica y clínica disponible y el abordaje biopsicosocial de cada paciente individual. Utiliza enfoques de evaluación y tratamiento altamente específicos incluidas las técnicas manuales y los ejercicios terapéuticos. Los procedimientos de intervención en TMO incluyen un amplio abanico de técnicas entre las que se incluyen la movilización articular lenta, manipulación articular, estiramiento muscular, masaje funcional (con movimiento articular), movilización del sistema nervioso, estabilización pasiva y estabilización activa y los ejercicios destinados a mejorar la resistencia, la fuerza y la coordinación muscular así como la situación funcional general del paciente. Una parte fundamental en el proceso de intervención integral de TMO está constituida por el auto-tratamiento del paciente, un conjunto de estrategias terapéuticas que el fisioterapeuta TMO instruye al paciente para que éste gestione su propio estado funcional y de salud general.(6)

El concepto de los ejercicios de estabilización ha aumentado su popularidad en el tratamiento de columna. Los ejercicios de estabilización son actividades dinámicas que tratan de limitar y controlar el movimiento excesivo. Estos ejercicios no implican una posición estática, sino que describen más bien una amplitud de movimiento (es decir, la amplitud neutra) en que se controla la hipermovilidad. Son actividades de estabilización los ejercicios de movilidad para segmentos rígidos o hipomóviles, ejercicios de fortalecimiento en la amplitud acortada para segmentos hipermóviles, entrenamiento postural para asegurar el movimiento en una amplitud controlada, y la formación del paciente.(15)

El principal objetivo del programa de estabilización lumbar es fortalecer los músculos que estabilizan el tronco, con una co-contracción de los músculos abdominales para conseguir un efecto de encorvamiento de la columna lumbar. Este concepto se basa en la suposición de que un segmento lumbar móvil que está dañado constituye un eslabón débil dentro de la cadena cinética, lo cual predispone a la recaída de la lesión. Lo más

importante es colocar la columna vertebral en una posición indolora, denominada neutra. La segunda fase del tratamiento consiste en métodos activos de movilización articular, que abarcan ejercicios en extensión en decúbito prono y bipedestación, así como movimientos alternantes de flexión y extensión en cuatro puntos. Progresivamente se añade el ejercicio aeróbico, los ejercicios con pelota suiza y el entrenamiento con pesas. El final del programa se establece en función de la mejoría funcional máxima, que es el punto a partir del cual la función no mejorará más con ejercicio. (115)

### **6.1. PROGRAMA DE ESTABILIZACIÓN LUMBOPÉLVICA:**

Es importante aclarar que todos los músculos de la pared abdominal participan en la estabilización.(98,116,117) Estudios del transverso abdominal demuestran su participación en la estabilización, pero a los clínicos se les advierte de atribuir funciones exclusivas o únicas a este músculo. Por lo tanto, se necesitan ejercicios que generen actividad de cada músculo de la pared abdominal para educar a las personas a utilizar sus medios estabilizadores. Desafortunadamente, no hay un único ejercicio abdominal que implique a toda la musculatura abdominal. En consecuencia, los clínicos deben prescribir más de un ejercicio.(17)

Ejercicios suaves para activar la pared abdominal se han descrito de diversas maneras como "refuerzo", "ahuecamiento" y "tirón". Parece haber una confusión significativa sobre los nombres y la forma de estos ejercicios. Estos ejercicios han llegado a significar cosas diferentes para diferentes personas. (47)

Hicks et al. desarrollaron un CPR (clinical predictions rules) (Tabla 3) para predecir la probabilidad de éxito del uso de un programa de ejercicio de estabilización lumbar (PEL) para pacientes con dolor lumbar. Si un paciente tiene tres o más de las cuatro variables, la razón de probabilidad (+ LR) de éxito es 4,0 (IC 95%, 1,6-10,0) que el paciente responderá favorablemente a un programa de ejercicios de estabilización espinal. De las cuatro variables, La edad fue el factor más importante para predecir el éxito.(118)

**Tabla 3. Predictores Significantes de Éxito y Fracaso (Regla de Predicción Clínica) del Programa de Ejercicio de Estabilización Lumbar**

	<b>Variab</b>	<b>Estadísticas de precisión</b>
<b>Predictores de éxito</b>	Prueba de inestabilidad en prono positiva. Presencia de movimiento aberrante. Edad < 41 años SLR > 91	Si 2 de las 4 variables están presentes: Sensibilidad: 0.83 (0.61-0.94) Especificidad: 0.56 (0.40-0.71)
<b>Predictores de fracaso</b>	Prueba de inestabilidad en prono negativa. Hipomovilidad en la prueba de PAIVM. Ausencia de movimiento aberrante. Puntuación FABQ < 9	Si 2 de las 4 variables están presentes: Sensibilidad: 0.85 (0.70-0.93) Especificidad: 0.87 (0.62-0.96)
<b>Versión modificada de LSE CPR</b>	Presencia de movimiento aberrante. Prueba de inestabilidad en prono positiva.	

*CPR, Regla de predicción clínica; FABQ, Cuestionario de evitación del dolor; LSE, Ejercicio de estabilización lumbar; PAIVM, Movimiento pasivo accesorio intervertebral; SLR, Elevación de pierna extendida. (Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, et al.: Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program, Arch Phys Med Rehabil 86:1753-1762, 2005; Rabin A, Shashua A, Pizem K, et al.: A clinical prediction rule to identify patients with low back pain who are likely to experience short-term success following lumbar stabilization exercises—a randomized controlled validation study, J Orthop Sports Phys Ther 44(1):6-18, 2014; Teyhan DS, Flynn FW, Childs JD, et al.: Arthrokinematics in a subgroup of patients likely to benefit from lumbar stabilization exercise program, Phys Ther 87(3):313-325, 2007.)*

Bergmark clasificó la musculatura del tronco en dos grupos: sistema local y global.(119) En pacientes con inestabilidad espinal clínica, un desbalance tiende a existir entre la función de los músculos globales y locales. Los músculos globales tienden a ser fuertes e hiperactivos y en un estado de retención muscular. Los músculos locales son débiles, atrofiados y retrasados en tiempo de respuesta y coordinación. El propósito principal de las primeras fases de un programa de ejercicio lumbopélvico es facilitar el control, la fuerza y la coordinación de los músculos locales e inhibir la acción de los músculos globales. Las técnicas manuales de la fisioterapia dirigidas a la espina dorsal torácica se

pueden utilizar para inhibir el tono creciente del erector espinal (sistema global de los músculos). Los principios de reaprendizaje motor se utilizan para facilitar un programa de ejercicio terapéutico diseñado para entrenar el sistema muscular local. Un programa de ejercicios de control motor es en realidad un mejor término que el programa de ejercicios de estabilización para este enfoque porque el objetivo final es controlar y coordinar de manera más eficaz y eficiente el movimiento espinal en lugar de estabilizar el movimiento espinal. (20)

Los resultados de estudios de Electromiografía (EMG) han demostrado un retraso en la activación de los músculos lumbopélvicos locales en pacientes con antecedentes de lumbalgia en comparación con participantes sanos cuando se realizan movimientos activos de miembros superiores.(120) Los resultados de un estudio de EMG mostró que tanto las fibras profundas y superficiales del músculo multífido se controlan diferencialmente durante los movimientos del brazo que desafían la estabilidad de la columna, con las fibras superficiales del multífido actuando para controlar la orientación de la espina y las fibras profundas controlando el movimiento intersegmental.(121) Los músculos multífidos están activos en anticipación a los movimientos del brazo y se activan antes para la flexión del hombro que para la extensión. Ésta actividad específica de la dirección se adapta a la dirección de las fuerzas reactivas causadas por el movimiento de las extremidades y está vinculada al control de la orientación de la columna y al desplazamiento del centro de masa.(121) En contraste con las fibras superficiales, el inicio EMG del multífido profundo y fibras TrA (transverso abdominal) no se alteró por la dirección de movimiento.(121) Estos músculos más profundos no se ven afectados por la dirección en que se mueve el brazo. Permanecen activos a través de la actividad independientemente de la dirección de los movimientos del brazo. Debido a que las fibras profundas son independientes de la dirección de la fuerza reactiva, pueden controlar el movimiento y la estabilidad intersegmentales.(121)

También existe evidencia de infiltración severa de grasa en el LMM (multífido lumbar) en participantes con antecedentes de LBP (dolor lumbar).(122) La infiltración de grasa parece ser una etapa tardía de la degeneración muscular y puede medirse de manera no invasiva con RM (resonancia magnética). Los resultados de este estudio proporcionan la primera evidencia convincente de una gran muestra de población de que la infiltración de grasa en los LMM está fuertemente asociada con LBP en adultos.(122) Por lo tanto, estos



pacientes carecen de la estabilidad intersegmental dinámica proporcionada por el multifido.

Hides, Jull y Richardson hicieron seguimiento a un grupo control y a un grupo que recibió un programa de ejercicios de estabilización espinal después de un primer episodio de LBP. En la examinación a las 10 semanas, se observó atrofia del multifido lumbar hacia lateral del nivel espinal del síntoma de dolor del paciente. Ambos grupos tuvieron un retorno a un buen nivel funcional, pero se observaron tasas significativamente más altas de recurrencia de episodios de LBP en el grupo de control que no recibió un programa de ejercicio de estabilización espinal en la examinación de seguimiento a los 2 a 3 años. Durante El período de 2 a 3 años después del primer episodio de LBP, los pacientes en el grupo de control que no recibieron la instrucción del programa de ejercicio tuvieron 5.9 veces más probabilidades de tener recurrencias de LBP que los pacientes en el grupo de ejercicio específico y 12,4 veces más probabilidades de tener una recurrencia en el primer año. Estos estudios apoyan el concepto de que el permanente control motor y los cambios musculares fisiológicos pueden ocurrir después de una lesión en la columna lumbar y que la intervención específica de terapia física especializada es necesaria para normalizar la función muscular y prevenir la recurrencia de futuros episodios LBP. La recuperación de la función muscular local parece ser un factor clave en la recuperación completa y en la prevención futura de los episodios de LBP.(123)

Hodges y Richardson estudiaron 15 pacientes con LBP y 15 participantes de grupo control que realizaron flexión rápida del hombro, abducción y extensión mientras permanecían de pie en respuesta a un estímulo visual. La actividad electromiográfica de los músculos abdominales, del multifido lumbar y del deltoides contralateral se evaluó con electrodos superficiales de alambre fino. (Anexo 26) Los resultados de este estudio mostraron que en el grupo control el movimiento del hombro en cada dirección produjo una contracción de los músculos del tronco antes o poco después de la contracción deltoidea. El TrA fue usualmente el primer músculo activo y no fue influenciado por la dirección del movimiento, lo que apoya la hipótesis del papel de este músculo en la generación de rigidez espinal. La contracción del TrA se retrasó significativamente en pacientes con LBP con todos los movimientos del hombro. El retraso en el inicio de la contracción del TrA indica un déficit de control motor y se supone que resulta en una estabilización muscular ineficiente de la columna vertebral.(120)

Hodges y Richardson también mostraron con otro estudio de EMG que el TrA se activa anticipando los movimientos de las extremidades inferiores, independientemente de la dirección de los movimientos, lo que apoya la hipótesis de que el TrA funciona como un músculo estabilizador primario de la columna vertebral. Las fibras inferiores del TrA con su orientación horizontal pueden contribuir al aumento de la estabilidad de la columna vertebral, ya sea por su papel en la producción de presión intraabdominal o por un aumento de la tensión en la fascia toracolumbar a través de la cual estos músculos se unen a las vértebras lumbares y mejorar la rigidez y la estabilidad de la columna vertebral.(54) Los resultados del estudio de resonancia magnética han confirmado que durante la acción abdominal de "estiramiento", el TrA se contrae bilateralmente para formar una banda musculofascial que parece apretarse como un corsé y mejora la estabilización de la región lumbopélvica.(122) El músculo TrA también ha demostrado reducir la laxitud sacroilíaca y se cree que juega un papel significativo para mejorar la estabilidad de la pelvis cuando funciona correctamente.(124)

El área transversal (CSA) del LMM y del músculo TrA puede ser estudiada con imágenes de ultrasonido, que pueden usarse para medir y comparar el espesor de un músculo en reposo con el espesor con una contracción isométrica para cuantificar el control motor del músculo. Hides et al.<sup>90</sup> utilizaron imágenes de ultrasonido para medir el CSA del multifido lumbar en participantes con LBP crónica y en participantes asintomáticos. Los pacientes con LBP crónica tenían el CSAs del multifido significativamente más pequeños que los participantes asintomáticos en los dos niveles vertebrales más bajos. La mayor asimetría entre los lados se observó en el nivel vertebral L5 en pacientes con presentaciones de dolor unilateral. El CSA de multifido más pequeño fue ipsilateral al lado del dolor informado en todos los casos.(125) Esto apoya el supuesto clínico de que el tratamiento con ejercicios debe ser específico y adaptado para tratar los trastornos localizados específicos presentes en pacientes con LBP crónica.

Wallwork et al. utilizaron técnicas de imagen de ultrasonido para medir el tamaño de contracción del músculo multifido para comparar tanto el CSA como la capacidad de realizar voluntariamente una contracción isométrica del músculo multifido en cuatro niveles vertebrales en 34 participantes con y sin dolor lumbar crónico (Chronic Low back pain - CLBP). Los resultados mostraron un CSA significativamente menor del músculo multifido para los participantes en el grupo CLBP en comparación con los participantes del grupo sano en el nivel vertebral L5 y un grosor de la contracción significativamente

menor para los participantes del grupo CLBP al mismo nivel vertebral. Este resultado no estuvo presente en otros niveles vertebrales. Los resultados de este estudio apoyan hallazgos previos de que el patrón de atrofia muscular multifido en pacientes con CLBP está localizada en lugar de generalizada, pero también proporciona evidencia de una capacidad reducida correspondiente para contraer voluntariamente el músculo atrofiado.(126)

Dos ECA (ensayo clínico aleatorio) de diferentes subgrupos de pacientes con LBP informaron mejoras en el dolor y la función con intervenciones de ejercicio que involucraron la "maniobra de estiramiento" de la parte inferior del abdomen.(98,120) Criterio de inclusión para los participantes en el ensayo clínico de O'Sullivan, Twomey y Allison (98) fue evidencia radiográfica de espondilolisis o espondilolistesis. Cuarenta y cuatro pacientes con estas afecciones fueron asignados aleatoriamente a dos grupos de tratamiento. El primer grupo se sometió a un programa específico de tratamiento de ejercicio de 10 semanas que involucró el entrenamiento específico de los músculos abdominales profundos, con coactivación del multifidus lumbar. La activación de estos músculos se incorporó a posturas estáticas y tareas funcionales previamente agravantes. El grupo de control fue sometido a tratamiento según las indicaciones del médico tratante. Después de la intervención, el grupo de ejercicio específico mostró una reducción estadísticamente significativa en los niveles de intensidad del dolor y discapacidad funcional, que se mantuvo en un examen de seguimiento de 30 meses. El grupo control no mostró cambios significativos en estos parámetros después de la intervención o posterior a la examinación. Un enfoque específico del tratamiento con ejercicios parece ser más eficaz que otros programas de tratamiento conservador comúnmente prescritos en pacientes con espondilolisis o espondilolistesis crónica sintomática.(98)

Uno de los objetivos de la fase temprana de un programa de ejercicios de control motor lumbopélvico (estabilización) es el aislamiento de la contracción de la TrA. Un estudio de EMG ha confirmado que el "movimiento hacia adentro de la pared abdominal inferior" (es decir, abdominal drawing in maneuver) en posición supina es la manera más efectiva de aislar una contracción de TrA de los músculos abdominales más superficiales (recto abdominal, Oblicuo interno y oblicuo externo). Por el contrario, una inclinación pélvica posterior y un procedimiento de refuerzo abdominal mostraron mayor actividad en el músculo oblicuo interno. Se registró un movimiento lumbopélvico mayor con inclinación pélvica posterior y se observó una correlación negativa entre el movimiento de la

columna y el TrA. En otras palabras, se produce mayor actividad de TrA cuando se minimiza el movimiento vertebral.(127)

Teyhen et al. informaron que los individuos con dolor lumbopélvico unilateral demostraron un aumento más pequeño en el espesor del músculo TrA durante una contracción isométrica del TrA durante el ADIM usando imágenes de ultrasonido tanto en reposo como durante el ADIM. Sin embargo, ambos grupos demostraron un cambio simétrico de lado a lado en el espesor del músculo TrA a pesar de que el grupo sintomático presentaba síntomas unilaterales. No hubo asociación entre el lado de los síntomas y la reducción del espesor de la TrA en reposo o durante el ADIM.(128)

Hebert et al. examinaron la relación entre los factores pronóstico asociados al éxito clínico con un programa de ejercicios de estabilización (prueba de inestabilidad prona positiva, edad menor de 40 años, movimientos aberrantes, elevación de pierna extendida de más de 91 grados y presencia de lesión lumbar Hiper movilidad) y el grado de activación de TrA y LMM evaluados mediante imágenes de ultrasonido. Se identificaron relaciones significativas entre la disminución de la activación de LMM y el número de factores pronósticos presentes. La prueba de inestabilidad en prono positiva y una hiper movilidad segmentaria se asociaron con una disminución de la activación de LMM, pero no se observaron relaciones significativas entre los factores pronósticos y la activación del músculo TrA. La disminución de la activación de LMM se asocia con la presencia de factores predictivos del éxito clínico con un programa de ejercicios de estabilización, pero esto no fue válido para la disminución de la activación del músculo TrA en este estudio.(129) Estos hallazgos proporcionan evidencia de la importancia clínica de incluir los LMM para ejercicios de control motor. Costa et al.<sup>97</sup> demostraron que el ejercicio de control motor fue mejor que el placebo en pacientes con CLBP para mejorar la actividad y la impresión global de recuperación. La mayoría de los efectos observados a corto plazo se mantuvieron a los 6 y 12 meses de seguimiento, pero la magnitud de los efectos fue pequeña.(130) Los resultados sugieren que esta intervención debe considerarse para los pacientes con CLBP con el fin de mejorar la actividad y la impresión global de recuperación y para mejorar la intensidad del dolor a largo plazo.(130)

Veinte voluntarios con LBP unilateral fueron asignados aleatoriamente para activar cognitivamente el multifido lumbar independientemente de otros músculos de la espalda

(entrenamiento calificado) o para activar todos los músculos paravertebrales sin prestar atención a ningún músculo específico usando un ejercicio de extensión de entrenamiento.(131) La actividad EMG de los músculos multífidos fue grabada bilateralmente utilizando electrodos de hilo fino intramuscular y electrodos de superficie para los músculos superficiales del abdomen y de la espalda. La coordinación motora se evaluó antes e inmediatamente después del entrenamiento muscular del tronco con EMG durante los movimientos rápidos del brazo y como la amplitud de EMG en el punto medio de los movimientos lentos de flexión-extensión del tronco. Después de ambos programas de entrenamiento, la activación de los músculos multífidos fue anticipada durante los movimientos rápidos del brazo. Sin embargo, durante los movimientos lentos del tronco sólo el grupo de entrenamiento experto demostró la deseada actividad del multífido incrementada con una actividad EMG reducida de la musculatura superficial de tronco. Estos hallazgos muestran que la coordinación motora puede ser alterada con el entrenamiento calificado.(131)

Grooms et al. utilizaron imágenes de ultrasonido en pacientes con LBP para determinar la proporción de activación del músculo TrA durante el ADIM y compararon esto con el rendimiento de la contracción abdominal según se midió con el dispositivo de airbag de estabilizador de biofeedback (ver Figura 4-11). Los autores concluyeron que la terminación exitosa en la bioalimentación de presión no indica una alta activación de TrA. Los resultados no satisfactorios en la bioalimentación a presión puede ser más indicativa de una activación de TrA baja, pero los coeficientes de correlación y probabilidad indican que la prueba de presión es de valor mínimo para detectar activación de TrA. La activación de TrA debe ser enseñada por el terapeuta uno a uno con el paciente usando métodos de visualización y palpación para mejorar el entrenamiento. El dispositivo de bolsa de aire de biofeedback podría ser utilizado como un complemento para la progresión de los ejercicios de control neuromuscular lumbopélvico una vez que el paciente ha dominado las contracciones isométricas aisladas de la TrA.(132)

A un paciente se le enseña mejor un programa de ejercicios de control motor espinal (estabilización) con un enfoque de aprendizaje motor que comienza con la fase cognitiva del aprendizaje en la que se necesita una gran concentración mental para lograr la contracción muscular apropiada y el movimiento controlado. La actividad es necesaria para utilizar las estrategias apropiadas de control muscular inicialmente, pero con la práctica, el rendimiento mejora rápidamente. El programa de control motor

(estabilización) debe comenzar con una guía, con una buena dosis de retroalimentación para el entrenamiento aislado de los músculos locales, especialmente transversos abdominales y multífidos, en una posición apoyada, tales como prono o supino, y con un estabilizador airbag biofeedback, dispositivo medidor de presión (Anexo 27). A medida que el paciente continúa con la práctica y la retroalimentación se proporciona, el paciente puede pasar a la fase asociativa de aprendizaje motor en el que la calidad del movimiento y la facilidad de rendimiento mejoran. Menos energía mental es necesaria. La segunda fase debe incluir la adición de ejercicios en posiciones menos estables, tales como cuadrúpedo y de pie, que desafían aún más el mantenimiento de una posición neutral de la columna vertebral (Anexo 28, 29,30). Para la fase final del aprendizaje motor, autónomas, nuevas situaciones y desafíos deben ser incorporados al programa de entrenamiento para hacer que el control motor sea más hábil, natural y automático en el desempeño. En esta fase, el alumno puede realizar la tarea a un nivel alto sin pensar mucho y puede realizar otras tareas simultáneamente.(133) Una vez que se alcanza esta fase, se mejora la retención de la habilidad y se logran buenos resultados clínicos a largo plazo. La fase final incluye patrones de movimiento más dinámicos en planos funcionales que requieren el control del movimiento de la columna vertebral combinado con los movimientos de las extremidades de una manera controlada. Por ejemplo, los ejercicios de estocada requieren una estabilización dinámica controlada en un patrón de movimiento funcional. El uso de un balón terapéutico ayuda a guiar el patrón de movimiento, y el alcance teóricamente facilita que los músculos glúteos de la cadera ayuden excéntricamente en el control del patrón de movimiento (Anexo 31,32). También se pueden incorporar actividades específicas del trabajo y específicas del deporte en el programa de estabilización dinámica de fase III, que podría incluir el levantamiento de pesas o actividades de equilibrio / agilidad. (20)

## CONCLUSIONES

1. Las pruebas de diagnóstico radiológico para espondilolistesis en pacientes con dolor lumbar son consideradas las más confiables, y una de las más obvias manifestaciones de inestabilidad lumbar. Sin embargo, la espondilolistesis se presenta también en poblaciones sin dolor lumbar lo cual indica que la presencia aislada de estos no diagnostica la inestabilidad clínica.
2. La participación de la fascia tóracolumbar en todos los movimientos de articulación de la columna vertebral, en general, y lumbar, en particular, es un elemento importante a valorar cuando se trata de proporcionar salud a nuestro cuerpo a través de determinado tipo de movimiento (entrenamiento).
3. De las pruebas de evaluación de inestabilidad mencionadas, la prueba de extensión de pierna en prono (PLE) es la más adecuada para detectar la inestabilidad lumbar, gracias a su excelente precisión diagnóstica y buena fiabilidad. Se sugieren estudios adicionales sobre las propiedades diagnósticas de la prueba de PLE para detectar la inestabilidad lumbar entre diferentes poblaciones con dolor lumbar.
4. El tratamiento con fisioterapia convencional, fármacos y cirugía resulta ineficaz para el tratamiento de inestabilidad lumbopélvica, ya que presentan una alta tasa de recidivas de dolor lumbar.
5. El uso de fajas lumbares sigue siendo un tema controversial, debido a que las investigaciones realizadas no han revelado diferencias significativas en la actividad EMG de los extensores del tronco durante la elevación con o sin faja.
6. El éxito del manejo del dolor lumbar crónico dependerá de una adecuada identificación, clasificación y diagnóstico por parte de los fisioterapeutas. Un programa de estabilización lumbar debe ser diseñado para mejorar el control espinal segmentario para pacientes con inestabilidad clínica.
7. Dentro de la variedad de mecanismos de estabilización previamente mencionados, es el mecanismo de co-contracción el que mejores resultados proporciona, ya que es la única manera de estabilizar una articulación activamente. Lo que se requiere para que los pacientes sean capaces de mantener

una estabilidad suficiente (bajos niveles de co-contracción) para realizar sus actividades de vida diaria (AVD).

8. La activación aislada del transverso abdominal y de los multífidos, es primordial para mejorar la estabilidad lumbopélvica, para disminuir el dolor, y su reinserción laboral





# BIBLIOGRAFÍA

1. Martin BI, Deyo RA, Mirza SK, Turner JA, Cornstock BA, Hollingworth W, et al. Expenditures and health status among adults with back and neck problems. *JAMA*. 2008;299(6):656-64.
2. Childs J, Fritz J, Piva SR, Erhard RE. Clinical decision making in the identification of patients likely to benefit from spinal manipulation: a traditional versus an evidence-based approach. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(5):259-72.
3. Hall H, McIntosh G, Boyle C. Effectiveness of a low back pain classification system. *Spine*. 2009;9(8):648-57.
4. Abbott JH, McCane B, Herbison P, Moginie G, Chapple C, Hogarty t. Lumbar segmental instability: a criterion-related validity study of manual therapy assessment.
5. Delitto A, George SZ, Van Dillen LR, Whitman J, Sowa G, Shekelle P, et al. Low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(4):A1-57.
6. ¿Qué es la Fisioterapia Manual Ortopédica? [Internet]. OMT España. [citado 16 de julio de 2017]. Disponible en: <http://www.omtspain.es/omt/que-es-la-fisioterapia-manual-ortopedica/>
7. Searle A, Spink M, Ho A, Chuter V. Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clinical Rehabilitation*. 2015;29:1155-67.
8. Krismmer M, Van Tulder M. Strategies for prevention and management of musculoskeletal conditions. Low back pain (non-specific). *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2007;21:77-91.
9. Truchon M. Determinants of chronic disability related to low back pain: towards an integrated biopsychosocial model. *Disabil Rehabil*. 2001;23:758-67.
10. Van Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, et al. Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010;19:533-9.
11. Siebenga J, Leferink VJ, Segers MJ, et al. A prospective cohort study comparing the VAS spine score and Roland-Morris disability questionnaire in patients with a type A traumatic thoracolumbar spinal fracture. *Eur Spine J*. 2008;17:1096-100.
12. Pedregal MC, Hadala M. Entorno pilates y dolor lumbar. 1.ª ed. España: Septem ediciones; 2012. 45-57 p.
13. Farfan H F. Muscular mechanism of the lumbar spine and the position of power and efficiency. *Orthopedic Clinics of North America*. 1975;6:135-45.
14. Sahrman SA. Diagnosis and Management of Musculoskeletal Pain Syndromes. España: Paidotribo; 2005. 55-117 p.

15. Hall MC, Brody TL. Ejercicio terapéutico- Recuperación funcional. España: Paidotribo; 2006. 310-325 p.
16. Panjabi MM. The stabilizing system of spine: part III: neural zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord.* 1992;5:390-7.
17. Cholewicki J, McGill SM. Mechanical stability in the vivo lumbar spine: Implications for injury and chronic low back pain. *Clin Biomechanics.* 1996;11(1):1-15.
18. Bergmark A. Introduction to Pilates-Based Rehabilitation. *Orthopaedic Physical Therapy.* 2000;9:395-410.
19. Manohar M, Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2003;13:371-9.
20. Olson KA. *Manual Physical Therapy Of the Spine.* 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 109-174 p.
21. Delitto A, Erhard RE, Bowling RW. A treatment-based classification approach to low back syndrome: identifying and staging patients for conservative treatment. *Phys Ther.* 1995;75(6):470-85.
22. Flynn T, Fritz J, Whitman J, et al. A clinical prediction rule for classifying patients with low back pain who demonstrate short-term improvement with spinal manipulation. *Spine.* 2002;27:2835-43.
23. Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, et al. Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86:1753-62.
24. Fritz JM, Delitto A, Vignovic M, et al. Interrater reliability of judgments of the centralization phenomenon and status change during movement testing in patients with low back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81:57-61.
25. Childs J, Fritz J, Flynn T, et al. A clinical prediction rule to identify patients with low back pain most likely to respond to spinal manipulation: a validation study. *Ann Intern Med.* 2004;141(12):922-8.
26. Bhargava A, Gelb D, Ludwig S, DePalma MJ. Physical therapy for the low back pain. *Curr Opin Orthop.* 2006;17:207-11.
27. Maniadakis N, Gray A. The economic burden of back pain in the UK. *Pain.* 2000;84:95-103.
28. Frymoyer JW, Pope MH, Clements JH, et al. Risk factors in low-back pain: An epidemiological survey. *J Bone Joint Surg.* 1983;65A:213-8.
29. Morris A. Identifying workers at risk to back injury is not guesswork. *Occup Health Saf.* 1985;54:16-20.
30. Spengler DM, Bigos SJ, Martin NA, et al. Back injuries in industry: A retrospective study. Overview and cost analysis. *Spine.* 1986;11:241-5.
31. Andersson GBJ. Low back pain. *J Rehabil Res Dev.* 1997;34(4):9-10.

32. Peate WF. Occupational musculoskeletal disorders. *Prim Care*. 1994;21(2):313-27.
33. Gatchel R, Polatin P, Mayer T. The dominant role of psychosocial risk factors in the development of chronic low back pain disability. *Spine*. 20:2702-9.
34. Gomez T. Symmetry of lumbar rotation and lateral flexion range of motion and isometric strength in subjects with and without back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;19:42-98.
35. Frymoyer JW, Cats-Baril W. Predictors of low back pain disability. *Clin Orthop*. 1987;221-89.
36. DeBerard M, Masters K, Colledge A, Schieusener R, Schlegel J. Outcomes of posterolateral lumbar fusion in Utah patients receiving worker's compensation: A retrospective cohort study. *Spine*. 2001;26:738-46.
37. Twomey L, Taylor J. Spine update: exercise and spinal manipulation in the treatment of low back pain. *Spine*. 1995;20:615-9.
38. Vicenzino G, Twomey L. Side flexion induced lumbar spine conjugate rotation and its influencing factors. *Aust Physiother*. 1993;39.
39. Neumann AD. Fundamentos de rehabilitación física. Cinesiología del Sistema Musculoesquelético. 1.ª ed. Winsconsin: Paidotribo; 271-278 p.
40. Williams PL, Bannister LH, Berry M, et al. *Gray's Anatomy*. 38.ª ed. New York: Churchill Livingstone; 1995.
41. Bogduk N. *Clinical Anatomy of the lumbar Spine*. 3.ª ed. New York: Churchill Livingstone; 1997.
42. Marchand F, Ahmed AM. Investigation of the laminar structure of lumbar disc annulus fibrosus. *Spine*. 1990;15:402-10.
43. Bogduk N, Twomey LT. *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine*. 2.ª ed. Melbourne: Churchill Livingstone; 1991.
44. Twomey L. A rationale for the treatment of back pain and joint pain by manual therapy. *Phys Ther*. 1992;72:885-92.
45. Kapandji AI. *Fisiología Articular*. 6.ª ed. Vol. 3. Madrid: Médica Panamericana; 2008.
46. Giles L, Taylor J. Human zygapophyseal joint capsule and synovial fold innervation. *Br J Rheumatol*. 1987;26:93-8.
47. Oatis AC. *Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement*. 2.ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams, a wolters Kluwer business.; 2009. 570-580 p.
48. Vleeming A, Pool Goudzard A, Stoeckart R, et al. The posterior layer of the thoracolumbar fascia: its function in load transfer from spine to legs. *Spine*. 1995;20:753-8.

49. Gracovetsky S, MacIntosh J, Bogduk N. The biomechanics of the thoracolumbar fascia. 1987;2:78-83.
50. Morris JM, Benner G, Lucas DB. An electromyographic study of the intrinsic muscles of the back in man. J Anat. 1962;96:509.
51. Andersson GBJ, Ortengren R, Herberts P. Quantization electromyographics studies of back muscle activity related to posture and loading. Orthop Clin North Am. 1977;8:85-96.
52. Porterfield JA, DeRosa C. Mechanical Low Back Pain: Perspectives in Functional Anatomy. 2.<sup>a</sup> ed. Philadelphia: WB Saunders; 1998.
53. Aspden RM. Review of the functional anatomy of the spinal ligaments and the lumbar erector spinae muscles. Clin Anat. 1992;5:372-87.
54. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. Phys Ther. 1997;77:132-44.
55. Hides JA, Stokes MJ, Saide M, Jull GA, Cooper DH. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. Spine. 1994;19:165-72.
56. Rantanen J, Hurme M, Falck B, Alaranta H. The lumbar multifidus muscle five years after surgery for a lumbar intervertebral disc herniation. Spine. 1993;15:568-74.
57. Valencia F, Munro R. An electromyographic study of the lumbar multifidus in man. Electromyogr Clin Neurophysiol. 15.
58. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. Gray's Anatomy. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1987.
59. Hodges PW, Richardson CA. Neuromotor dysfunction of the trunk musculature in low back pain patients. En Washington DC; 1995.
60. Richardson CA, Jull GA. Muscle control, pain control. What exercises would you prescribe? Manual Ther. 1995;1:1-2.
61. Twomey L, Taylor J. Physical Therapy of the Lumbar Spine. 2.<sup>a</sup> ed. New York: Churchill Livingstone; 1994.
62. Boyling JD, Palastanga N. Grieve's Modern Manual Therapy of the Vertebral Column. 2.<sup>a</sup> ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1994.
63. Wingarden JP, Vleeming A, Snidjers CJ, Stoeckart R. A functional-anatomical approach to the spine-pelvis mechanism: interaction between the biceps femoris muscle and the sacrotuberous ligament. Eur Spine J. 1993;2:140.
64. Hodges PW, Richardson CA. Dysfunction of transversus abdominis associated with chronic low back pain. En Gold Coast, Queensland; 1995.
65. Beal MC. The sacroiliac problem: review of anatomy, mechanics and diagnosis. J Am Osteopath Assoc. 1982;81:667-79.

66. Snidjers CJ, Vleeming A, Stoeckart R. Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs. Part 1: Biomechanics of self-bracing of the sacroiliac joints and its significance for treatment and exercise. *Clin Biomech.* 1993;8:285-300.
67. Biomechanics of sacroiliac joint stability: validation experiments on the concept of self-locking. En San Diego, CA; 1995.
68. Vleeming A, Snidjers CJ, Stoeckart R, Mens JMA. A new light on low back pain. En La Jolla, cCA; 1995.
69. Levangie KP, Norkin CC. *Joint Structure & Function, a comprehensive analysis.* 4.<sup>a</sup> ed. USA: F.A. Davis Company; 2005.
70. Pearcy M, Tibrewal M. Axial rotation and lateral bending in the normal lumbar spine measured by three dimensional radiography. *Spine.* 1984;9:582-7.
71. Bogduk N, Twomey LT. *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine.* 1.<sup>a</sup> ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1987.
72. Caillet R. *Low Back Pain Syndrome.* Philadelphia: FA Davis; 1981.
73. O'Sullivan PB. The efficacy of specific stabilising exercises in the management of chronic low back pain with radiological diagnosis of lumbar segmental instability [PhD]. [Perth]: Curtin University of Technology; 1997.
74. Nachemson A. Lumbar spine instability. *Spine.* 1985;10(3):290-1.
75. Kirkaldy-Willis WH. *Managing low back pain.* New York: Churchill Livingstone; 1983.
76. Aad van der El. *Orthopaedic Manual Therapy Diagnosis- Spine and temporomandibular joints.* 1.<sup>a</sup> ed. Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers; 2010. 385 p.
77. Frymoyer JW, Selby DK. Segmental instability: rationale for treatment. 1985;10:280-6.
78. Ogon M, Bender BR, Hooper DM, et al. A dynamic approach to spinal instability, part I: sensitization of intersegmental motion profiles to motion direction and load condition by instability. *Spine.* 1997;22:2841-58.
79. Paris SV. *Introduction to spinal evaluation and manipulation.* Institute Press. 1986;
80. Olson KA, Paris SV, Spohr C, et al. Radiographic assessment and reliability study of the craniovertebral sidebending test. *J Man Manipulative Ther.* 1998;6:87-96.
81. Airaksinen O, Brox JI, Cedrashi C, et al. On behalf of the COST B13 working group on guidelines for chronic low back pain: European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J.* 2006;15:192-300.
82. Hohl M. Normal motions in the upper portion of the cervical spine. *J Bone Joint Surg.* 1978;46-A(8):1777-9.
83. Fritz JM, Erhard RE, Hagen BF. Segmental instability of the lumbar spine. *Phys Ther.* 1998;78:889-96.

84. Shippel AH, Robinson GK. Radiological and magnetic resonance imaging of cervical spine instability: a case report. *J Manipulative Physiol Ther.* 1987;10:317-22.
85. Olson KA, Joder D. Cervical spine clinical instability: a resident's case report. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31(4):194-206.
86. Hicks GE, Fritz J, Delitto A. Interrater reliability of clinical examination measures for identification of lumbar segmental instability. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84:1858-64.
87. Fritz JM, Piva SR, Childs JD. Accuracy of the clinical examination to predict radiographic instability of lumbar spine. *Eur Spine J.* 2005;14:743-50.
88. Kasai Y, Morishita K, Kawakita E, et al. A new evaluation method for lumbar spinal instability: passive lumbar extension test. *Phys Ther.* 2006;86:1661-7.
89. Alquami AM, Schneiders AG, Hendrick PA. Clinical tests to diagnose lumbar segmental instability: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41(3):130-40.
90. Rabin L, Shashua A, Pizem K, et al. The interrater reliability of physical examination tests that may predict the outcome or suggest the need for lumbar stabilization exercises.
91. Mens JMA, Vleeming A, Snidjers CJ, et al. Reliability and validity of the active straight leg raise test in posterior pelvic pain since pregnancy. *Spine.* 2001;26(10):1167-71.
92. Roussel NA, Nijs J, Truijien S, et al. Low back pain: clinimetric properties of the Trendelenburg test, active straight leg raise test, and breathing pattern during active straight leg raising. *J Manipulative Physiol Ther.* 2007;30:270-8.
93. Richardson CA, Jull GA, Hodges PW, et al. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1999.
94. Oh JS, Cynn HS, Won JH, et al. Effects of performing an abdominal drawing-in maneuver during prone hip extension exercises on hip and back extensor muscle activity and amount of anterior pelvic tilt. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(6):320-4.
95. Bird PA, Oakley SP, Shnier R, et al. Prospective evaluation of magnetic resonance imaging and physical examination findings in patients with greater trochanteric pain syndrome. *Arthritis Rheum.* 2001;44(9):2138-45.
96. Dupuis PR, Yong-Hing K, Cassidy JD, Kirkaldy-Willis WH. Radiologic diagnosis of degenerative lumbar spinal instability. 1985;10(3):262-76.
97. Nizard RS, Wybier M, Laredo JD. Radiologic assessment of lumbar intervertebral instability and degenerative spondylolisthesis. *Radiol Clin North Am.* 2001;39(1):55-71.
98. O'Sullivan PB, Twomey LT, Allison GT. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiographic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine.* 1997;22(24):2959-67.
99. Long DM, BenDebba M, Torgerson WS, Boyd RJ, Dawson EG, Hardy RW, et al. Persistent back pain and sciatica in the United States: patient characteristics. *J Spinal Disord.* 1996;9(1):40-58.

100. Nordin M, Frankel HV. Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. 3.<sup>a</sup> ed. España: McGraw hill; 2004. 212 p.
101. Pérez IL, Alcorta MI, Aguirre LG, Aristegi RG, Caso MJ, Esquisabel MR, et al. Guía de Práctica Clínica sobre Lumbalgia [Internet]. Osakidetza; 2007. Disponible en: [https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/osk\\_publicaciones/eu\\_argital/adjuntos/lehen/guiaLumbalgia.pdf](https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/osk_publicaciones/eu_argital/adjuntos/lehen/guiaLumbalgia.pdf)
102. Gibson JNA, Waddell G. Surgery for degenerative lumbar spondylosis. Cochrane Database Syst Rev. 18 de abril de 2005;(2):CD001352.
103. Gibson JNA, Waddell G. Cirugía para la espondilosis lumbar degenerativa | Cochrane [Internet]. La Biblioteca Cochrane. 2008 [citado 15 de julio de 2017]. Disponible en: <http://www.cochrane.org/es/CD001352/cirugia-para-la-espondilosis-lumbar-degenerativa>
104. McGill SM, Norman RW. Reassessment of the role of intra-abdominal pressure in spinal compression. Ergonomics. 1987;30:1565-88.
105. Nachemson A, Andersson GBJ, Schultz AB. Valsalva manoeuvre biomechanics: effects on lumbar trunk loads of elevated intraabdominal pressure. Spine. 479 de 476d. C.;11:1986.
106. Daggfeldt K, Thorstensson A. The role of intra-abdominal pressure in spinal unloading. J Biomech. 1997;30:1149-55.
107. Cholewicki J, McGill SM. Relationship between muscle force and stiffness in the whole mammalian muscle: a simulation study. J Biomech Eng. 1995;117:339-42.
108. Luoto S, Heliovaara M, Hurri H, Alaranta H. Static back endurance and the risk of low back pain. Clin Biomech. 1995;10:323-4.
109. Lumsden RM, Morris JM. An in vivo study of axial rotation and immobilization at the lumbosacral joint. J Bone Joint Surg. 1968;50:1591.
110. Ciriello VM, Snook SH. The effect of back belts on lumbar muscle fatigue. Spine. 1995;20:1271.
111. Lee YH, Chen CY. Lumbar vertebral angles and back muscles loading with belts. Ind Health. 1990;37:390.
112. Creswell AG, Blake PL, Thorstensson A. The effect of an abdominal muscle training program on intra-abdominal pressure. Scand J Rehabil Med. 1994;26.
113. Thomas JS, Lavender SA, Corcos DM, et al. Effect of lifting belts on trunk muscle activation during a suddenly applied load. Human Factors. 1999;41:670.
114. Reyna JR, Leggett SH, Kenney K, et al. The effect of lumbar belts on isolated lumbar muscle. Strength and dynamic capacity. Human Factors. 1995;20:68.
115. Brotzman SB, Wilk KE. Rehabilitación Ortopédica Clínica. 2.<sup>a</sup> ed. España: El Sevier; 2005. 579 p.

116. Cholewicki J, Greene HS, Polzhofer GR, et al. Neuromuscular function in athletes following recovery from a recent acute low back injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002;32:568-76.
117. O'Sullivan PB, Twomey LT, Allison GT. Altered abdominal back recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27:114-24.
118. Koes BW, Van Tulder M, Lin CWC, et al. An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *Eur Spine J.* 2010;19:2075-94.
119. Bergmark A. Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering. *Act Orthop Scand Suppl.* 1989;230(60):2-54.
120. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine.* 1996;21:2640-50.
121. Moseley GI, Hodges PW, Gandevia SC. Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine.* 2002;27(2):E29-36.
122. Kjaer P, Bendix T, Sorensen JS, et al. Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain? *BMC Med.* 2007;5:1-10.
123. Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine.* 2001;26(11):E243-8.
124. Richardson CA, Snidjers CJ, Hides JA, et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine.* 2002;27(4):399-405.
125. Hides JA, Gilmore C, Stanton W, et al. Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. *Man Ther.* 2008;13:43-9.
126. Wallwork TL, Warren RS, Freke M, et al. The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle. *Man Ther.* 2009;14:496-500.
127. Urquhart DM, Hodges PW, Allen TJ, et al. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther.* 2005;10:144-53.
128. Teyhen DS, Bluemle LN, Dolbeer JA, et al. Changes in lateral abdominal muscle thickness during the abdominal drawing-in maneuver in those with lumbopelvic pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39:791-8.
129. Hebert JJ, Koppenhaver SL, Magel JS, et al. The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus activation and prognostic factors for clinical success with a stabilization exercise program: a cross-sectional study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:78-85.
130. Costa LOP, Maher CG, Latimer J, et al. Motor control exercise for chronic low back pain: a randomized placebo-controlled trial. *Phys Ther.* 2009;89:1275-86.

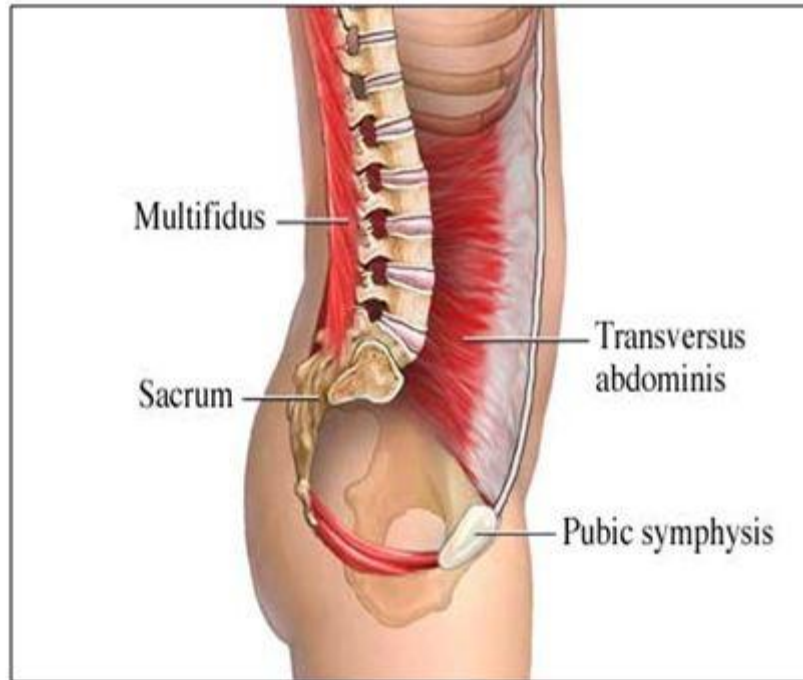


131. Tsao H, Druitt TR, Schollum TM, et al. Motor training of the lumbar paraspinal muscles induces immediate changes in motor coordination in patients with recurrent low back pain. *J Pain*. 2010;11:1120-8.
132. Grooms DR, Grindstaff TL, Croy T, et al. Clinimetric analysis of pressure biofeedback and transversus abdominis function in individuals with stabilization classification low back pain. 2013;43(3):183-93.
133. Schmidt RA. *Motor control and learning*. 2.<sup>a</sup> ed. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1988.



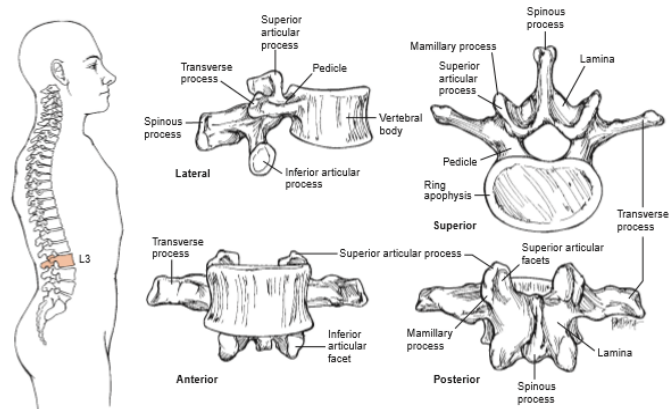
# ANEXOS

## ANEXO 1: CLASIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN MUSCULAR



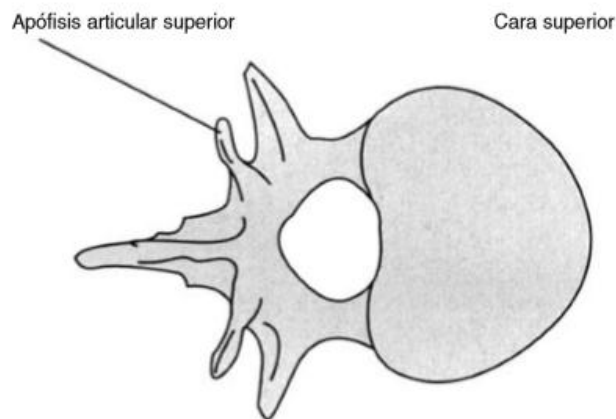
**Referencia: (Músculos estabilizadores locales - Google Search [Internet]. [citado 17 de julio de 2017]. Disponible en: [https://www.google.com.pe/search?q=musculos+estabilizadores+locales+y+globales&rlz=1C1GGRV\\_enPE751PE751&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUK EwjNn8jSto\\_VAhWBcz4KHQ\\_TDwcQ\\_AUICigB&biw=1517&bih=735#tbn=isch&q=musculos+estabilizadores+locales+&imgcr=xyeqjNTeUiHqVM:](https://www.google.com.pe/search?q=musculos+estabilizadores+locales+y+globales&rlz=1C1GGRV_enPE751PE751&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUK EwjNn8jSto_VAhWBcz4KHQ_TDwcQ_AUICigB&biw=1517&bih=735#tbn=isch&q=musculos+estabilizadores+locales+&imgcr=xyeqjNTeUiHqVM:))**

## ANEXO 2: VÉRTEBRA LUMBAR



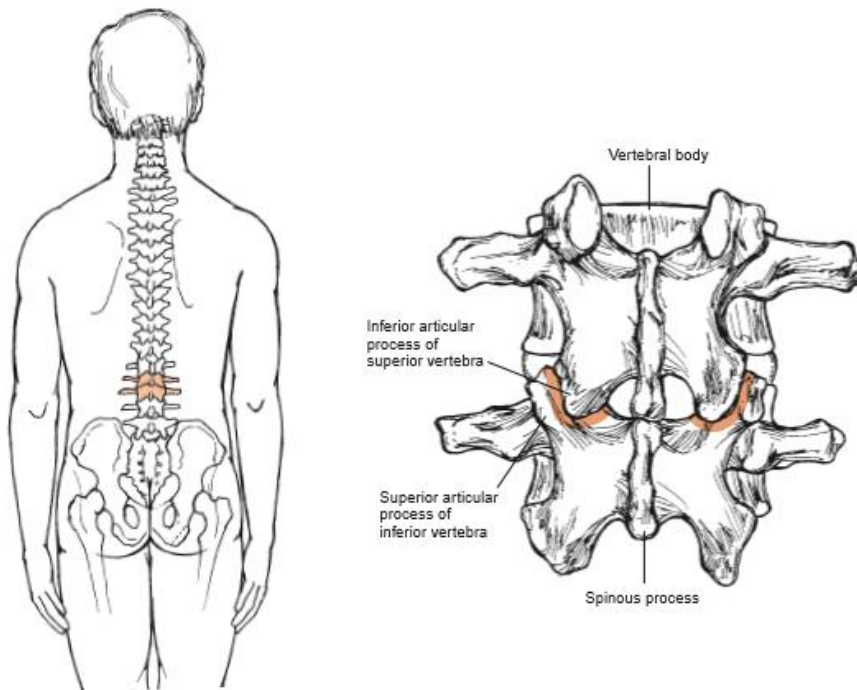
Una típica vértebra lumbar (L3) en 4 vistas. Las 4 vistas muestran las estructuras relevantes de una vértebra lumbar típica. **Referencia: Oatis AC. Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement. 2a ed. Philadelphia: Lippincott Williams, a wolters Kluwer business.; 2009. 566 p.**

## ANEXO 3: QUINTA VÉRTEBRA LUMBAR



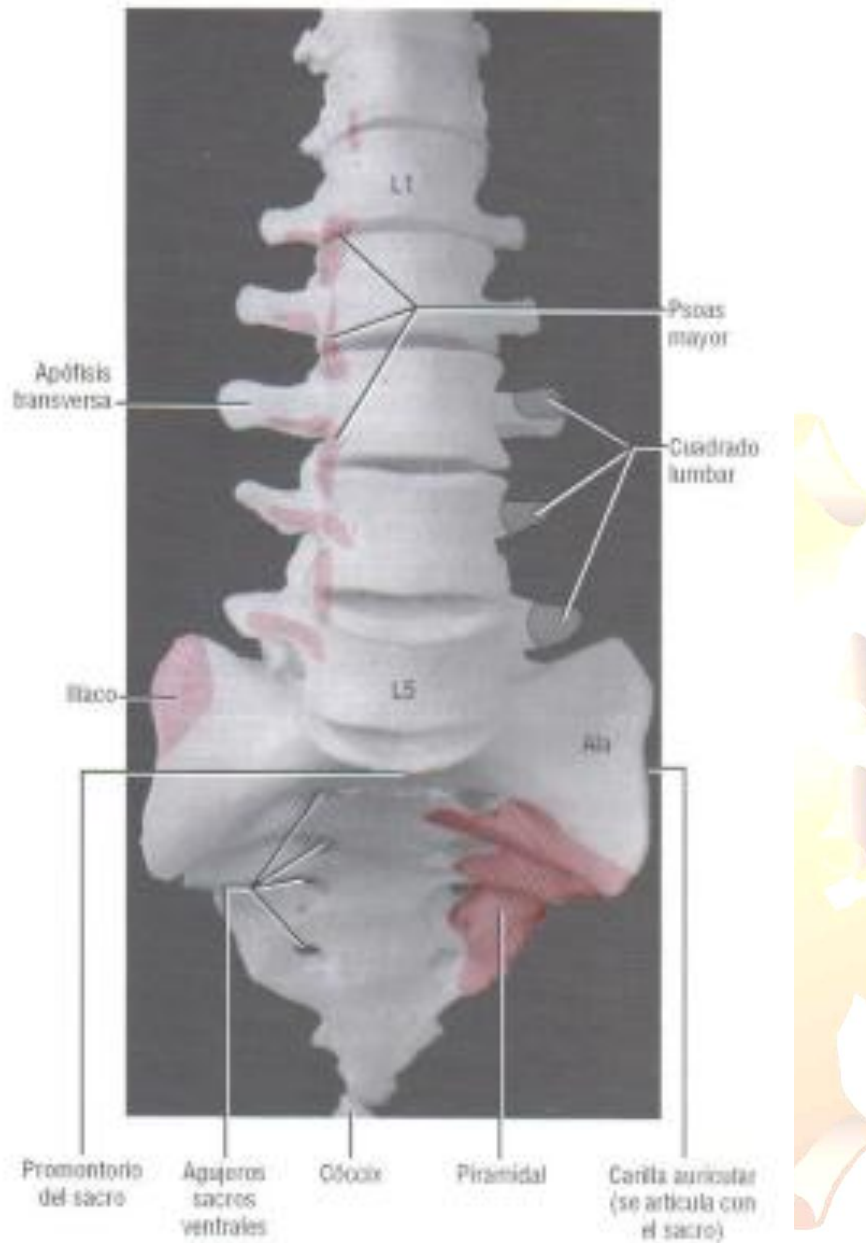
Vista superior de la típica quinta vértebra lumbar. Repárese en la orientación más en el plano frontal de las articulaciones cigoapoficiarias. La orientación en el plano frontal opone resistencia al desplazamiento anterógrado, pero no a la rotación. **Referencia: Hall MC, Brody TL. Ejercicio terapéutico- Recuperación funcional. España: Paidotribo; 2006. 310p.**

#### ANEXO 4: VISTA POSTERIOR DE UN SEGMENTO LUMBAR



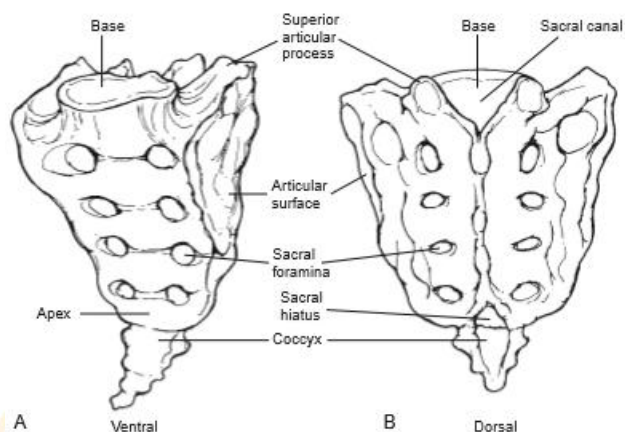
Vista posterior de un segmento lumbar de móvil, muestra los componentes óseos de las facetas articulares. Note cómo los procesos articulares inferiores del segmento superior encaja sobre los procesos articulares superiores del segmento inferior. **Referencia: Oatis AC. Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement. 2a ed. Philadelphia: Lippincott Williams, a wolters Kluwer business.; 2009. 571p.**

## ANEXO 5: COLUMNA LUMBO SACRA



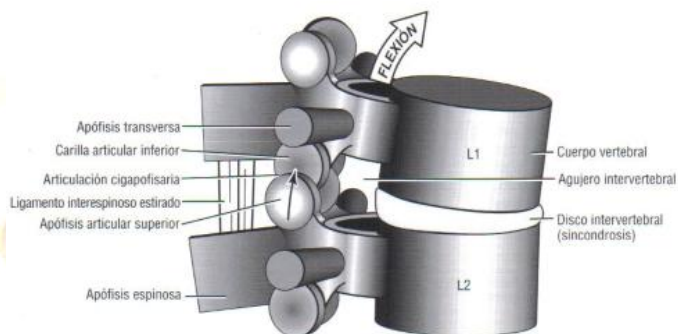
Vista anterior de la región lumbosacra. Las inserciones de los músculos piramidal, iliaco y psoas mayor aparecen en rojo. Las inserciones del músculo cuadrado lumbar aparecen en gris. **Referencia: Neumann AD. Fundamentos de rehabilitación física. Cinesiología del Sistema Musculoesquelético. 1a ed. Winsconsin: Paidotribo; 275p.**

## ANEXO 6: SACRO



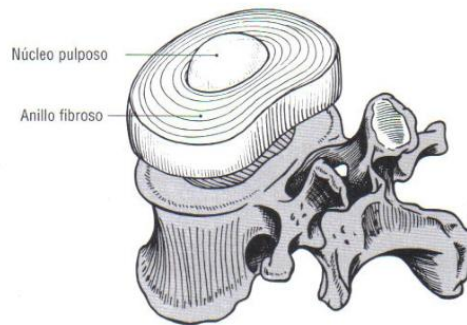
A) La superficie ventral es cóncava. B) La superficie dorsal es convexa. **Referencia:** Oatis AC. **Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement.** 2a ed. Philadelphia: Lippincott Williams, a wolters Kluwer business.; 2009. 625p.

## ANEXO 7: UNIÓN INTERVERTEBRAL TÍPICA



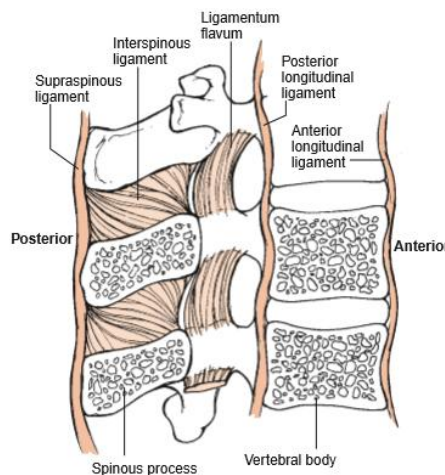
Un modelo muestra las tres partes funcionales de una unión intervertebral típica: las apófisis transversas y espinosas, las articulaciones cigapoficiarias y las sincondrosis entre cuerpos vertebrales, incluido el disco intervertebral. La unión de L1-2 aparece con flexión y deslizamiento entre las superficies de las carillas articulares de las articulaciones cigapoficiarias. **Referencia:** Neumann AD. **Fundamentos de rehabilitación física. Cinesiología del Sistema Musculoesquelético.** 1a ed. Winsconsin: Paidotribo; 276p.

## ANEXO 8: DISCO INTERVERTEBRAL



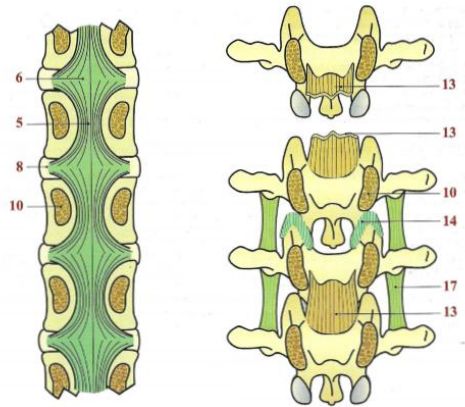
El disco intervertebral aparece extraído de la cara terminal vertebral. **Referencia:** Neumann AD. **Fundamentos de rehabilitación física. Cinesiología del Sistema Musculoesquelético. 1.a ed. Winsconsin: Paidotribo; 278p.**

## ANEXO 9: SISTEMA DE UNION LIGAMENTOSA- CORTE SAGITAL



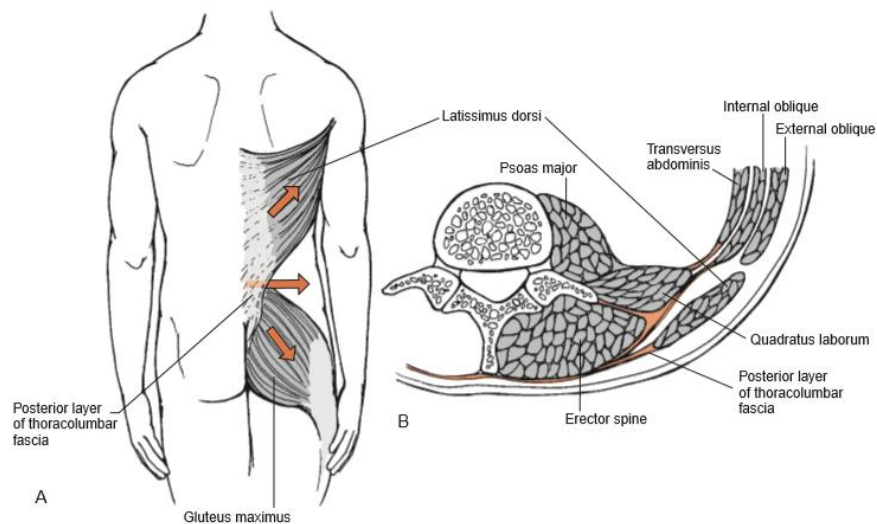
Vista lateral de la columna lumbar, mostrando el sistema ligamentario vertebral. **Referencia:** Oatis AC. **Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement. 2a ed. Philadelphia: Lippincott Williams, a wolters Kluwer business.; 2009. 569 p.**

## ANEXO 10: SISTEMA DE UNION LIGAMENTOSA-CORTE FRONTAL



Referencia: Neumann AD. Fundamentos de rehabilitación física. Cinesiología del Sistema Musculoesquelético. 1a ed. Winsconsin: Paidotribo; 278p.

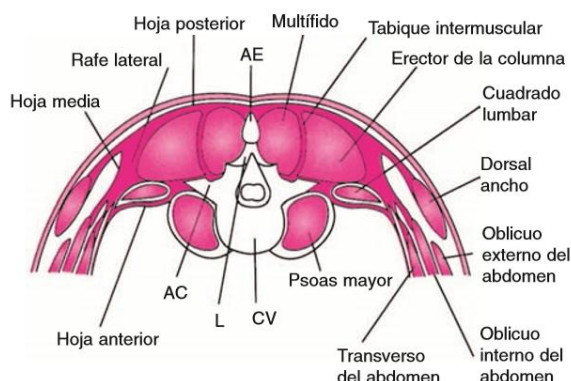
## ANEXO 11: FASCIA TORACOLUMBAR



A) Vista posterior de la fascia tóracolumbar (FTL). Note como varios músculos actúan ejerciendo tensión en esta estructura, y provee de estabilización dinámica a la columna lumbar. B) Corte axial (transversal) vista posterior de la columna lumbar muestra las capas y las inserciones de la FTL. Referencia: Oatis AC. Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement. 2a ed. Philadelphia: Lippincott Williams, a wolters Kluwer business.; 2009. 570 p.



## ANEXO 12: SECCION TRANSVERSAL DE LA COLUMNA LUMBAR



Sección transversal de la columna lumbar que muestra las hojas de la fascia toracolumbar y los músculos que se insertan en ella y están en su interior. La unión de las hojas posterior y media constituye el rafe lateral. AE=apófisis espinosa; AC=apófisis costal; L= lámina; CV=cuerpo vertebral. **Referencia: Hall MC, Brody TL. Ejercicio terapéutico-Recuperación funcional. España: Paidotribo; 2006. 315 p.**

## ANEXO 13: MUSCULOS DORSAL ANCHO Y GLUTEO MAYOR

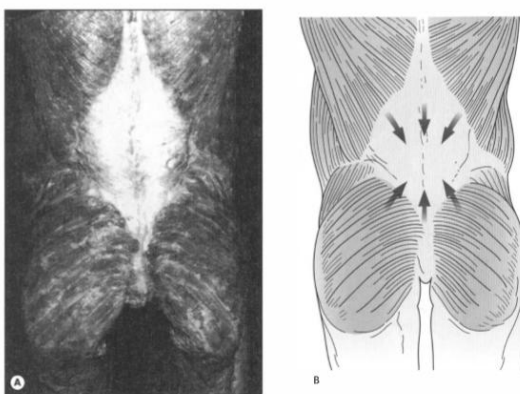
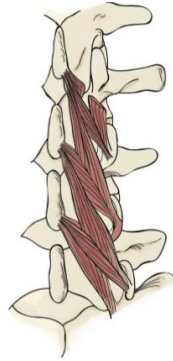


Fig. 2.3 Dissection and drawing of the latissimus dorsi and gluteus maximus attachments to thoracolumbar fascia. (From Porterfield & DeFossa 1998, p 66.)

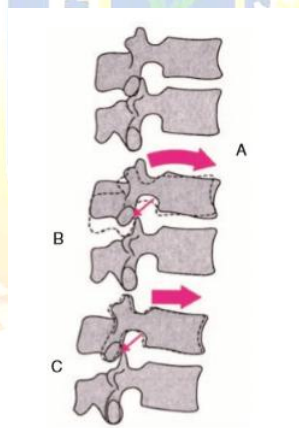
Disección e imagen de la inserción del dorsal ancho y del glúteo mayor en la fascia toracolumbar. **Referencia: Vleeming A, Mooney V, Stoeckart R. Movement, stability and lumbopelvic pain- Integration of research and therapy. 2ª ed. Londres: Churchill Livingstone. 2007. 51p.**

## ANEXO 14: MULTÍFIDOS



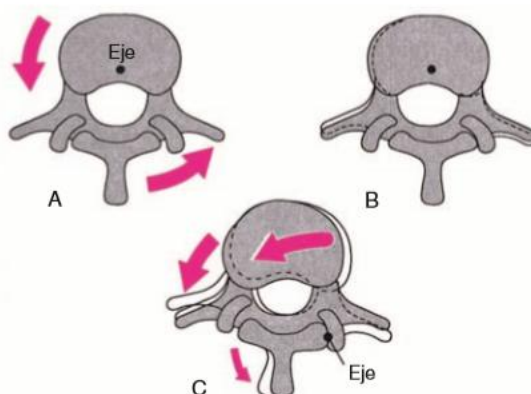
El complejo de multífidos, el cual es difícil de ilustrar, tiene doble origen y doble inserción. Se puede observar la orientación de las fibras. **Referencia: De Paris SV: Anatomy as related to function and pain, Orthop Clin North Am 14(3) 475-489, 1983.**

## ANEXO 15: BIOMECANICA LUMBAR



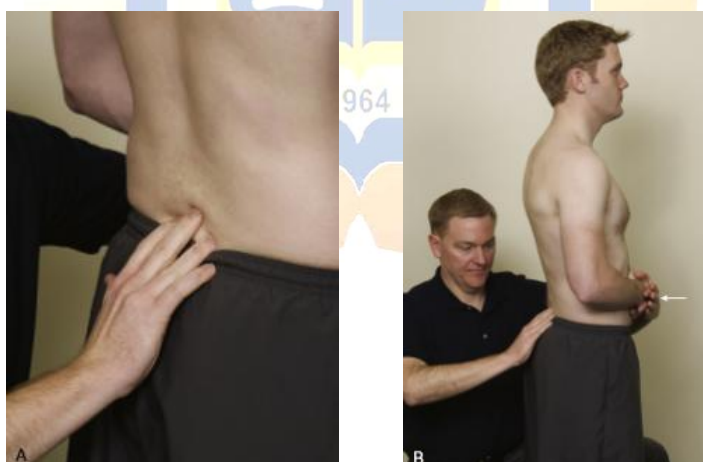
(A) Movimiento vertebral durante la flexión. La flexión de la columna lumbar comprende una combinación de rotación sagital anterior y traslación anterior. (B) Mientras se produce la rotación sagital, las articulaciones cigapofisarias se separan, permitiendo que se produzca el movimiento de traslación. (C) La traslación está limitada por la compresión de la articulación cigapofisaria inferior de una vértebra sobre la articulación cigapofisaria superior de la vértebra inferior. **Referencia: Hall MC, Brody TL. Ejercicio terapéutico- Recuperación funcional. España: Paidotribo; 2006. 311 p.**

## ANEXO 16: BIOMECANICA LUMBAR



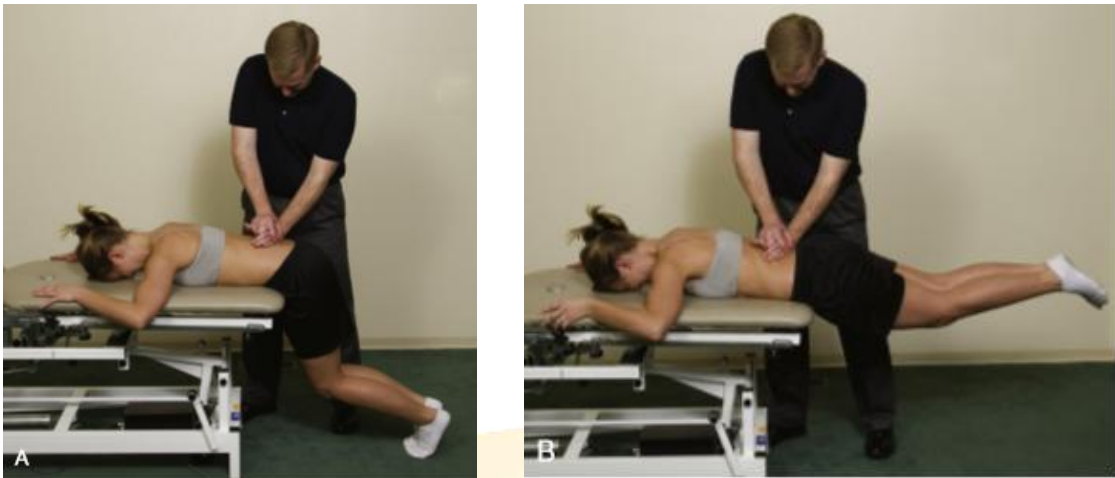
Movimiento vertebral durante la rotación. (A) Inicialmente, la rotación se produce sobre un eje dentro del cuerpo de la vértebra. (B) Las articulaciones cigapofisarias se comprimen. (C) La progresión de la rotación hace que la vértebra pivote sobre un nuevo eje en el punto de compresión. **Referencia: Hall MC, Brody TL. Ejercicio terapéutico-Recuperación funcional. España: Paidotribo; 2006. 312 p.**

## ANEXO 17: PRUEBA DE CIZALLAMIENTO LUMBAR POSTERIOR



A)Dedo ubicado para el test de cillazamiento lumbar posterior. B) Mano ubicada para el test de cizallamiento lumbar posterior. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.a ed. El Sevier; 2016. 150 p.**

## ANEXO 18: PRUEBA DE INESTABILIDAD EN PRONO



A) Posición inicial para la prueba de inestabilidad en prono. B) Posición de la prueba de inestabilidad en prono. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 151 p.**

## ANEXO 19: PRUEBA DE EXTENSION LUMBAR EN PRONO

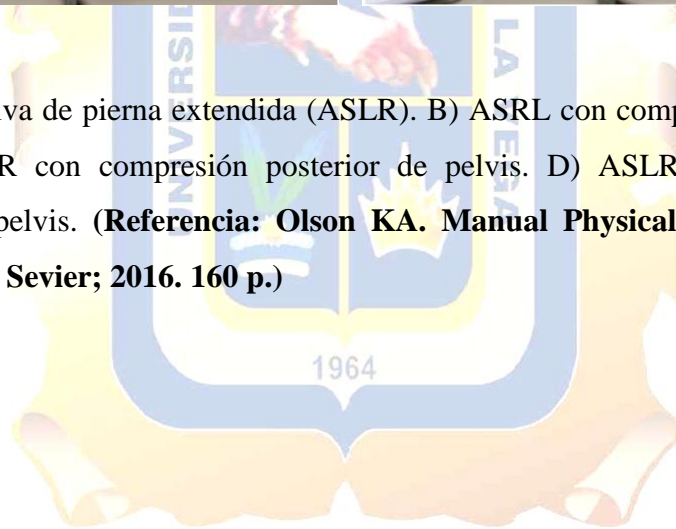


**Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 152 p.**

## ANEXO 20: PRUEBA DE ELEVACION ACTIVA DE PIERNA EXTENDIDA



A) Elevación activa de pierna extendida (ASLR). B) ASRL con compresión anterior de pelvis. C) ASLR con compresión posterior de pelvis. D) ASLR con cinturón de compresión en pelvis. (Referencia: Olson KA. **Manual Physical Therapy Of the Spine**. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 160 p.)



## ANEXO 21: PRUEBA DE CONTROL LUMBOPELVICO EN SUPINO



A) Control lumbopélvico con movimientos de marcha de las extremidades inferiores. B) Control lumbopélvico con extremidad inferior doblada en movimiento y la cadera opuesta en neutro. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.a ed. El Sevier; 2016. 161 p.**



C) Control lumbopélvico con elevación en movimiento de extremidad inferior extendida (SLR). D) Control lumbopélvico con extremidad inferior doblada y sin movimiento. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.a ed. El Sevier; 2016. 162 p.**

## ANEXO 22: PRUEBA EN PRONO DEL TRANSVERSO ABDOMINAL



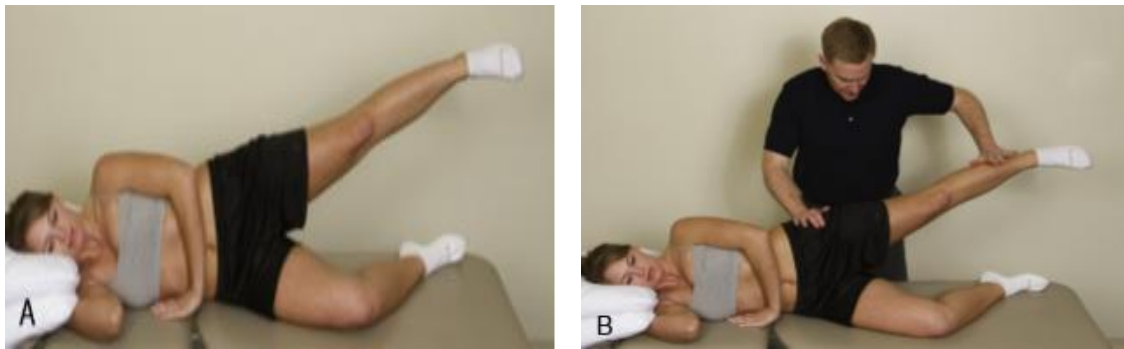
La bolsa de presión biofeedback es posicionada debajo del abdomen para la prueba en prono del transverso abdominal. Referencia: Olson KA. *Manual Physical Therapy Of the Spine*. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 163 p.

## ANEXO 23: PRUEBA DE CONTROL NEUROMUSCULAR DE EXTENSION DE CADERA EN PRONO



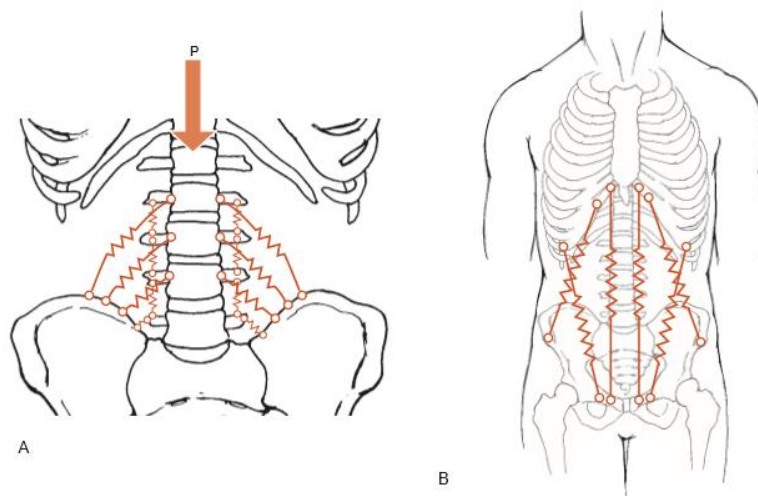
Referencia: Olson KA. *Manual Physical Therapy Of the Spine*. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 164 p.

## ANEXO 24: PRUEBA DE CONTROL NEUROMUSCULAR DE ABDUCCION DE CADERA



A) Prueba de control neuromuscular de abducción activa de cadera. B) Abducción resistida de cadera con activación selectiva de glúteo medio. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.a ed. El Sevier; 2016. 167 p.**

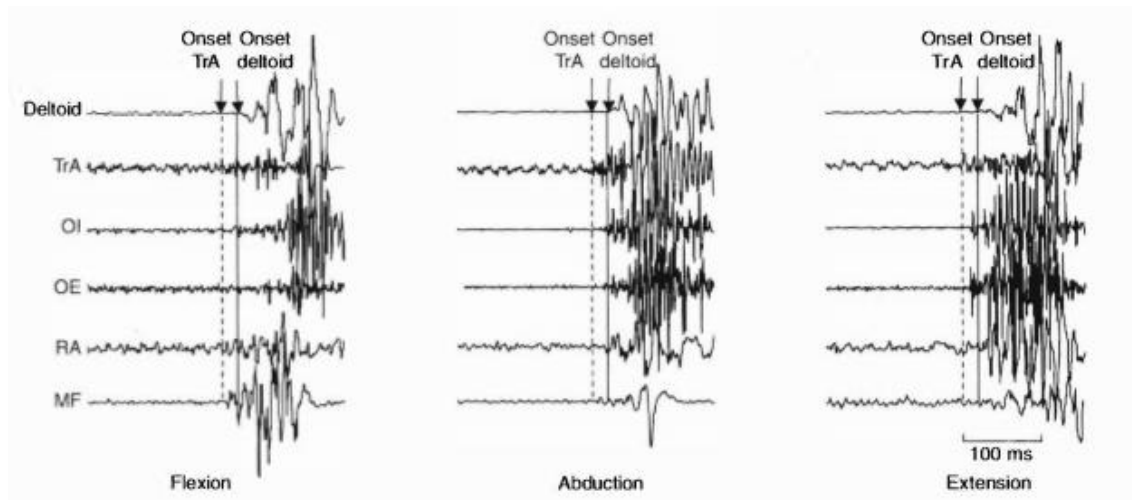
## ANEXO 25: CO-CONTRACCIÓN MUSCULAR



La co-contracción muscular estabiliza la columna para prevenir lesiones. A) Los músculos paraespinales estabilizan las vértebras directamente. B) La pared abdominal estabiliza la columna mediante sus inserciones en la parrilla costal y la pelvis. Una basculación puede ocurrir cuando uno o más músculos tienen un nivel de rigidez inapropiada, determinada por el nivel de activación de los músculos. **Referencia: Oatis AC. Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement. 2a ed. Philadelphia: Lippincott Williams, a wolters Kluwer business.; 2009. 611 p.**

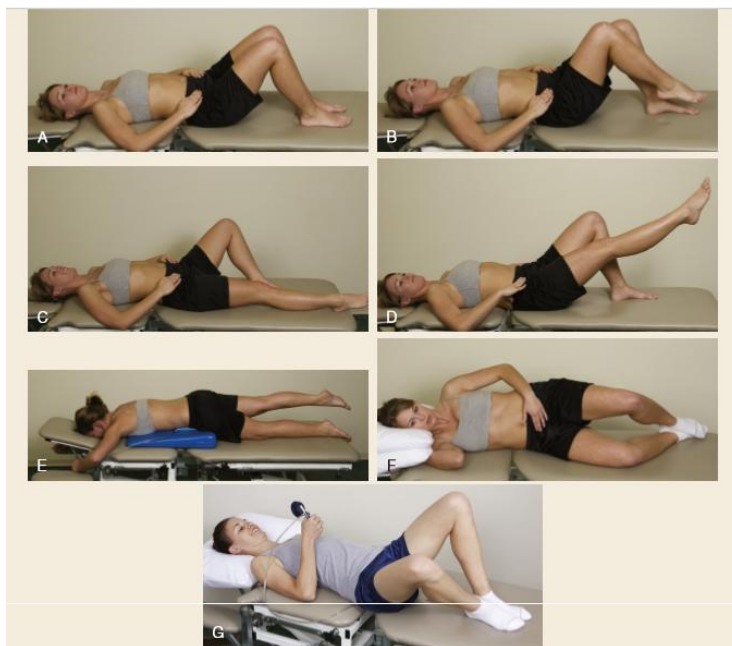


## ANEXO 26: ELECTROMIOGRAFÍA (EMG)



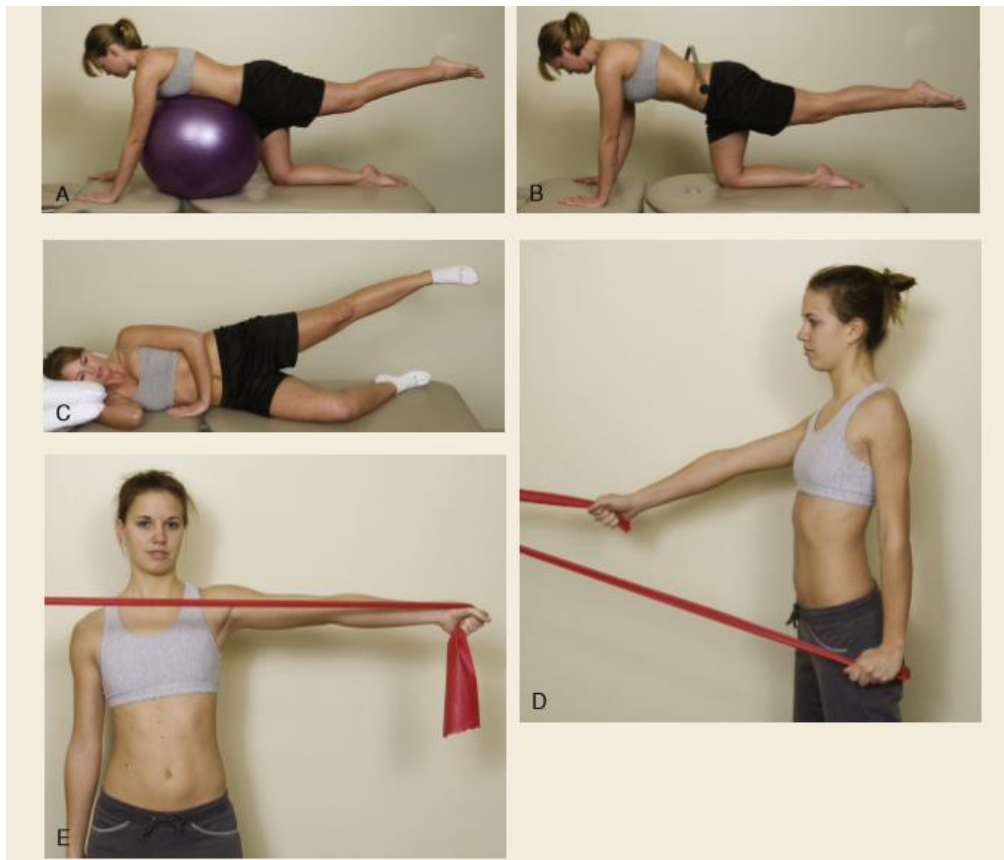
La actividad electromiográfica del recto abdominal (RA), oblicuo externo (OE), oblicuo interno (OI) y transverso del abdomen (TrA), multífido superficial (MF) y deltoides para flexión, extensión y abducción de hombro en un sujeto representativo. El tiempo de alineación de los trazos en el inicio de la actividad electromiográfica del deltoides es notoria, y el inicio de la actividad del TrA se muestra por la línea punteada. Nótese el inicio de la actividad del TrA antes que el deltoides y otros músculos del tronco, y el periodo consistente de inicio entre la actividad del TrA y el deltoides. También note el cambio en la secuencia de activación de RA, EO, IO y MF como función de dirección de movimiento. **Referencia: Richardson CA, Jull GA, Hodges PW, et al. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1999. 21p.**

## ANEXO 27: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE I



A) Drawing in maneuver (ADIM) es usada para aislar la activación del transverso abdominal (TrA) en decúbito supino, y la palpación apenas medial a la espina ilíaca anterosuperior (EIAS) puede facilitar la contracción isométrica. Realizar 10 repeticiones por 10 segundos al menos cuatro veces al día, y luego progresar a isometría de TrA en múltiples posiciones a lo largo del día. B) Movimiento en supino de deslizamiento de pies con contracción del TrA para controlar la posición de la columna lumbopélvica en neutro. C) Rodilla flexionada en abducción de cadera con la contracción del TrA para controlar la posición de la columna lumbopélvica en neutro. D) Elevación de la pierna recta con contracción del TrA para controlar la posición de la columna lumbopélvica en neutro. E) Decúbito prono sobre una almohada con extensión de cadera y contracción del TrA para controlar la posición de la columna lumbopélvica en neutro. El biostabilizer puede utilizarse para proporcionar retroalimentación sobre la estabilidad durante el ejercicio. F) Abducción de la cadera con rotación externa con contracción del TrA para controlar la posición de la columna lumbopélvica en posición neutra. El paciente debe ser guiado para asegurar que la pelvis no gire mientras se mueve la cadera. De B a F, Preservar y sostener la contracción TrA durante los movimientos de las piernas. G) La rodilla doblada cae con el biostabilizer para el entrenamiento del control del motor del TrA con movimientos activos de la cadera. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 126 p.**

## ANEXO 28: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE II



- A) Posición de 4 puntos sobre la pelota terapéutica, elevación de la pierna con la contracción del TrA para controlar la posición de la columna lumbopélvica en neutro. B) Posición de 4 puntos con levantamiento de pierna con la contracción de TrA para controlar la posición de la columna lumbopélvica en neutro. Un bastón se puede colocar en la columna lumbar para proporcionar retroalimentación acerca de cómo el paciente mantiene una posición lumbopélvica estable. C) Abducción lateral de cadera con contracción TrA para controlar la posición de la columna lumbopélvica en posición neutra. El paciente debe ser guiado para asegurar que la pelvis no gire mientras se mueve la cadera. De A a C, Preservar y sostener la contracción TrA durante los movimientos de las piernas. D) Extensión del hombro en diagonal con la Theraband y la estabilización lumbopélvica. E) Abducción horizontal. del hombro con la Theraband y la estabilización lumbopélvica. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 127 p.**

## ANEXO 29: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE II



F) Deslizamiento en la pared. G) Sentado en la pelota terapéutica marcha con control de posición lumbopélvica neutra. Tener cuidado con las condiciones de radiculopatía lumbar que pueden manifestarse en sedente. H) Flexión diagonal de hombro con el Theraband con posición lumbopélvica neutra. I) Resistir el paso lateral con el Theraband con posición lumbopélvica neutra. Continuar en ambas direcciones hasta que se observe fatiga en los músculos abductores de cadera. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 128 p.**

### ANEXO 30: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE II



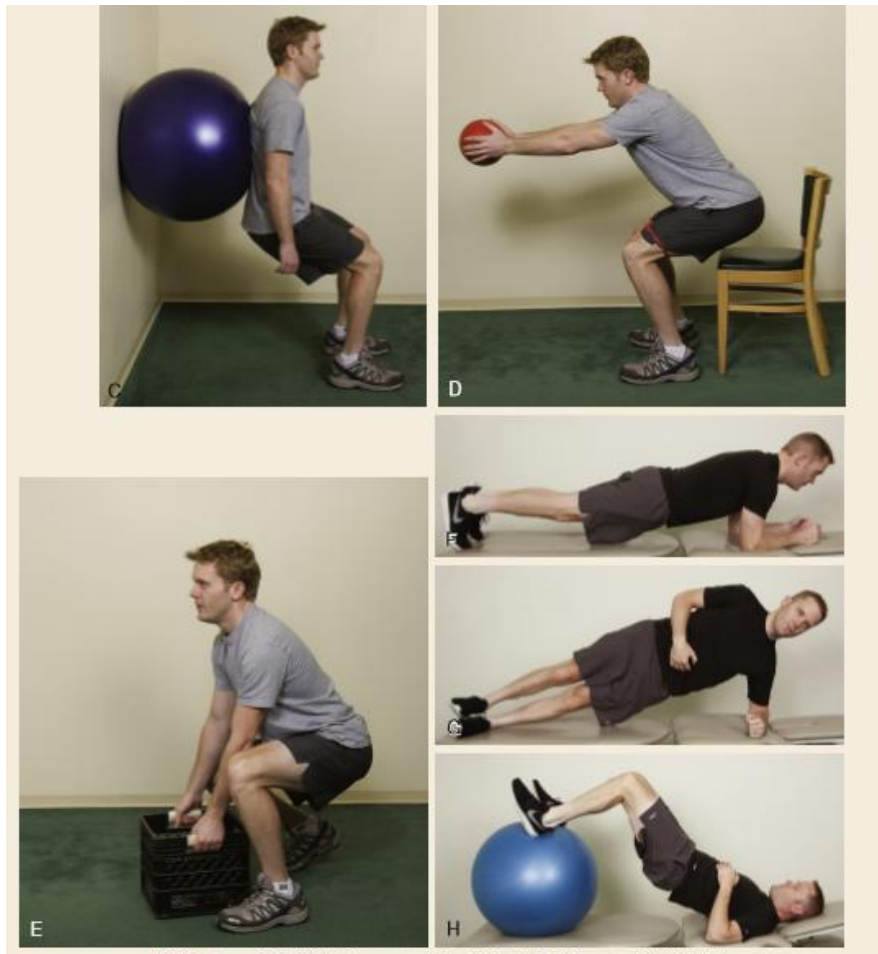
J) Marcha con estabilización en un foam roller. K) Flexión de hombro con estabilización dinámica en un foam roller. L) Marcha con estabilización dinámica en supino sobre una pelota terapéutica. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 129 p.**

### ANEXO 31: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE III



A) Lunge de frente, con el balón pesado toca la rodilla. B) Lunge lateral, con el balón pesado toca la rodilla. En A y B, El movimiento espinal es una forma controlada en rotación y flexión hacia delante cuando el brazo llega a la rodilla, pero un movimiento de flexión articulada se enfatiza en las caderas para facilitar la flexión que ocurre con este movimiento. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 129 p.**

## ANEXO 32: ESTABILIZACION LUMBOPELVICA FASE III



C) Sentadilla con pelota terapéutica en la pared. D) Sentadilla con inclinación de cadera para facilitar la acción glútea. Las rodillas se presionan contra la resistencia del Theraband para facilitar aún más la acción del músculo glúteo medio. E) Entrenamiento de elevación con cajón pesado y patrón de movimiento diagonal mientras se mantiene la estabilización lumbopélvica dinámica. F) Plank frontal. G) Plank lateral. En F y G, mantener la posición de la columna vertebral en posición neutra. H) Puente sobre pelota terapéutica con estabilización. Esto se puede hacer con la pelota quieta o podría progresar para rodar la pelota mientras está en la posición de puente. **Referencia: Olson KA. Manual Physical Therapy Of the Spine. 2.<sup>a</sup> ed. El Sevier; 2016. 130 p.**