



# Ejercicios de estabilización lumbar

## RESUMEN

**Antecedentes:** el ejercicio es la intervención con mayor grado de evidencia de eficacia para el tratamiento del dolor crónico de la espalda baja, con beneficio superior en términos de dolor y funcionalidad, en comparación con cualquiera otra intervención. Existe una amplia variedad de ejercicios diseñados; sin embargo, actualmente los llamados ejercicios de estabilización lumbar adquirieron una popularidad creciente entre los clínicos que están en contacto con enfermedades de la columna. Sin embargo, existe controversia en cuanto a la prescripción adecuada de los mismos y los múltiples protocolos publicados.

**Objetivo:** analizar la bibliografía científica acerca del uso y prescripción de estos ejercicios para favorecer la mejor toma de decisiones en los clínicos y diseñar, con base a la evidencia, el programa más adecuado para cada paciente.

**Conclusión:** se encontró que este programa es una herramienta esencial en el tratamiento del dolor de espalda baja, en la etapa terapéutica y en la preventiva.

**Palabras clave:** ejercicios de estabilización lumbar, dolor crónico de espalda baja.

Jorge Rodrigo Vásquez-Ríos  
Tania Inés Nava-Bringas

Servicio de Rehabilitación de Columna  
Instituto Nacional de Rehabilitación México, DF

# Lumbar stabilization exercises

## ABSTRACT

**Background:** Exercise is the intervention with the highest level of evidence on efficacy for treatment of chronic low back pain, with a higher benefit in terms of pain and function compared to any other intervention. A wide variety of exercises programs have been designed; however, "lumbar stabilization exercises" have become increasingly popular among clinicians who are in contact with spine diseases. However, there is controversy regarding the adequate prescription and there are multiple protocols.

The aim of this literature review is to analyze the information about these exercises to promote better decision-making among clinicians and design the best program for each patient.

**Conclusion:** We found the program an essential tool in the treatment of low back pain in both therapeutic and preventive phases.

**Key words:** Lumbar stabilization exercises, chronic low back pain.

Recibido: 3 de junio, 2013

Aceptado: 3 de septiembre, 2013

## Correspondencia

Dra. Tania Inés Nava Bringas  
Rehabilitación de Columna  
Instituto Nacional de Rehabilitación  
Av. México-Xochimilco 289  
14389 México DF  
Tel. (+52) (55) 5999-1000, ext. 13124  
tanianava@gmail.com  
tinava@inr.gob.mx



## ANTECEDENTES

El dolor de espalda baja es una de las principales causas de atención médica en la consulta de rehabilitación, así como de las principales causas de ausentismo laboral. La incidencia en la población adulta asciende de 60 a 80% en algún momento de sus vidas, y de éstos, hasta 36% de los casos persistirá de manera crónica.<sup>1-5</sup>

La mayoría de las guías clínicas aceptadas internacionalmente recomiendan evitar el reposo y promueven que los pacientes continúen con sus actividades, con reactivación gradual y supervisada de las mismas, ya que esto conduce a menor discapacidad crónica y menos días de incapacidad laboral.<sup>5</sup>

El ejercicio es, a la fecha, la intervención con mayor grado de evidencia acerca de su eficacia en el tratamiento del dolor crónico de espalda baja, con un beneficio superior en términos de dolor y funcionalidad, en comparación con cualquiera otra intervención.<sup>6</sup>

La prescripción de ejercicio abarca una amplia gama de intervenciones, desde acondicionamiento aeróbico, técnicas de fortalecimiento, estiramientos, hasta el diseño de ejercicios específicos para mejorar el control de los músculos de la columna.

Desde el decenio de 1930, Williams popularizó el ejercicio para el manejo de pacientes con dolor crónico de espalda baja, en menores de 50 años con hiperlordosis lumbar y disminución de los espacios intersomáticos lumbares, mediante la activación de la musculatura abdominal y relajación pasiva de la musculatura paravertebral lumbar. Estudios posteriores de control electromiográfico acerca de los patrones de activación de la musculatura paraespinal modificaron los ejercicios que se prescriben hasta la fecha, al sugerir evitar las posiciones en bipedestación e inclinación anterior para minimizar la activación

paraespinal y reducir con esto la posibilidad de dolor lumbar.<sup>7</sup>

De acuerdo con Machado y colaboradores,<sup>8</sup> en el decenio de 1950, Robin McKenzie desarrolló un método de diagnóstico y tratamiento que también ha sido difundido y utilizado ampliamente, y que a la fecha demuestra su efectividad para el dolor agudo de espalda baja mediante la evaluación de las características clínicas de los pacientes y el comportamiento del dolor con el movimiento (con el conocido fenómeno de centralización), pero con escasa efectividad en el dolor crónico de espalda baja.

En las últimas dos décadas, los ejercicios de estabilización lumbar surgieron como opción terapéutica que cada día adquirieron mayor popularidad debido a la evidencia existente acerca de su efecto para el control del dolor, con alivio funcional en pacientes con dolor crónico de espalda baja;<sup>9,10</sup> sin embargo, existe controversia en cuanto a la prescripción adecuada de los mismos, limitándose, en la mayoría de los casos, a la experiencia de los entrenadores, en el caso de deportistas, y a las preferencias de los clínicos implicados, lo que en muchas ocasiones fue manejado de manera indiferente como una lista de ejercicios aplicado del mismo modo a todos los pacientes, sin tomar en consideración las características individuales de cada sujeto y los objetivos a cumplir en el programa.<sup>11,12</sup>

El objetivo de esta revisión es analizar la bibliografía médica existente acerca del uso y prescripción de este programa de ejercicios para favorecer la mejor toma de decisiones de los clínicos y diseñar, con base en la evidencia, el programa más adecuado para cada paciente.

### **Bases fisiológicas y biomecánicas del programa**

El enfoque de estabilización de la columna se basa en un sistema de aprendizaje motor mediante el cual el individuo se concientiza e

identifica los movimientos inadecuados que realiza y que se relacionan con la aparición del dolor.

A partir de ese precepto se aislan los componentes de cada movimiento y se aprenden nuevas habilidades, que de manera progresiva aumentan en complejidad, en relación a la coordinación y respuesta al realizar los ejercicios con diversos cambios en la velocidad y dirección, de acuerdo a las necesidades de quien los realiza.<sup>13</sup>

El sistema estabilizador de la columna está dividido en tres subsistemas, según el modelo explicado ya desde 1980 por Panjabi y su grupo, y que comprende a los sistemas pasivo, activo y de control neural.<sup>14</sup>

El sistema pasivo está compuesto por ligamentos, estructuras óseas, discos y cápsulas articulares los cuales proveen estabilidad a través de la tensión y la congruencia ósea principalmente. Este sistema es el que se ve afectado debido a lesiones repetitivas, cambios degenerativos y alargamientos adaptativos reduciendo su capacidad para proveer una rigidez normal y proveer una adecuada activación muscular refleja.<sup>15,16</sup>

Al comprometerse la estabilidad de un segmento específico en la columna se incrementa la zona neutra, que es definida como la “región inicial del arco total de movimiento de un segmento intervertebral, donde el movimiento ocurre contra una resistencia mínima”.<sup>16</sup> Esta zona puede verse incrementada o reducida debido a traumatismos, enfermedades que dañen la integridad de las estructuras de la columna (infecciones, tumores o enfermedad degenerativa articular), con inestabilidad clínica que se puede manifestar con dolor o deformidad que afecte incluso a las estructuras nerviosas.<sup>15</sup>

El subsistema activo (muscular) juega un rol fundamental en la estabilidad de la columna, y varios estudios recientes han demostrado la relación entre la fuerza, la coordinación y la activación de la musculatura en la integración

de la fuerza, la coordinación estabilizadora, con la cronicidad y recurrencia del dolor de espalda baja.<sup>1,6,11,17-20</sup>

De manera general podemos separar los músculos responsables de la estabilización de la columna en dos grupos: estabilizadores globales y locales (Cuadro 1).

Los estabilizadores globales (o superficiales) son responsables de generar grandes torques transmitidos a las extremidades pélvicas y torácicas, lo que permite el movimiento; entre ellos destacan el erector de la columna, los oblicuos externos, el cuadrado lumbar y el recto del abdomen.<sup>2,16,21</sup>

Los estabilizadores locales (o profundos) están encargados de proveer estabilidad intersegmental y responden a cambios en la carga y la

**Cuadro 1.** Sistema activo (muscular) de estabilización lumbar que muestra las diferencias principales entre los músculos de control local y global, así como los músculos clave de cada uno

Sistema estabilizador local	Sistema estabilizador global
Función: control de movimientos intersegmentarios que responden a cambios de postura con activación a niveles bajos de resistencia.	Función: control de movimientos gruesos y generación de grandes fuerzas de torsión con activación a niveles altos de resistencia.
Predominio de fibras musculares: tipo I.	Predominio de fibras musculares: tipo II.
Localización: capas profundas.	Localización: capas superficiales.
Músculos clave	Músculos clave
Transverso del abdomen	Erectores de columna
Multifido lumbar	Recto del abdomen
Oblicuo interno	Oblicuo externo (fibras laterales)
Oblicuo externo (fibras mediales)	Psoas ilíaco
Diafragma	Cuadrado lumbar*
Musculatura del piso pélvico	
Cuadrado lumbar*	

\*Puede ser considerado como parte del sistema de estabilización, tanto local como global.



postura, proveen rigidez y una base estable para la actividad y evitan que se produzcan movimientos fuera de la zona neutra; su respuesta tiene mayor implicación al inicio del movimiento de la columna, anticipándose a los movimientos de las extremidades. Entre ellos destacan los multífidos, el transverso del abdomen, oblicuo interno, y la musculatura del piso pélvico.<sup>2,16,21</sup>

Sin embargo, está demostrado que ante un episodio de dolor de la espalda baja el sistema de estabilización local disminuye su eficacia, por lo que la mayor responsabilidad del control de la columna recae en los estabilizadores globales;<sup>21</sup> un ejemplo de ello es lo demostrado por Van Dieën y colaboradores,<sup>22</sup> quienes realizaron un estudio comparativo con individuos sanos e individuos con dolor crónico de la espalda baja, en el que por medio de electromiografía de superficie midieron el patrón de reclutamiento de la musculatura abdominal y encontraron diferencia funcional entre los grupos agonistas y antagonistas, lo que explicó el modelo de adaptación clínica al dolor, demostrado clínicamente por reducción del rango de movimiento y velocidad. Hallazgos similares se reportaron en un estudio realizado por Ferreira y su grupo,<sup>23</sup> en el que utilizaron electromiografía intramuscular y realizaron mediciones dinámicas de la actividad de la musculatura abdominal por medio de ultrasonografía.

### **Ejercicios de estabilización lumbar**

Actualmente existe evidencia convincente que justifica la prescripción de estos ejercicios, que se dirigen a optimizar el funcionamiento estático y dinámico del sistema activo y neural en individuos en quienes se identifica debilidad o control deficiente de la musculatura lumbar, con el objetivo de prevenir recurrencias o atenuar el dolor de quienes padecen dolor crónico de la espalda baja.<sup>2,10,24,25</sup>

A pesar de la gran variabilidad de indicaciones de los ejercicios de estabilización lumbar existen

estudios con adecuada calidad metodológica que sustentan los beneficios que se obtienen con su práctica, frente a otros programas de terapia física para el control del dolor en pacientes con dolor crónico de la espalda baja, como lo expone Rasmussen Barr y colaboradores<sup>26</sup> en su ensayo clínico con seguimiento de 36 meses. Otros estudios destacan la importancia de la adecuada selección y valoración de los pacientes con dolor crónico de la espalda baja para la toma de decisiones terapéuticas y la instalación del programa de ejercicios.<sup>27</sup>

Otros autores discuten la importancia del programa; por ejemplo, en el ensayo clínico aleatorizado realizado por Cairns y su grupo,<sup>28</sup> no se encontraron diferencias significativas entre los pacientes con un programa de terapia convencional y el grupo control al que se agregaron ejercicios específicos de estabilización de la columna; sin embargo, destacamos que ambos grupos centraron su intervención en el fortalecimiento de la musculatura del core y al final del estudio se concluye que el entrenamiento de este musculatura mejoró en ambos grupos su estado de salud, lo que confirmó la importancia de mejorar la estabilidad, a fin de obtener el alivio clínico.

Los objetivos del programa de estabilización lumbar son: 1) mantener la zona neutra de la columna dentro de los límites fisiológicos; 2) incrementar la rigidez de la columna lumbar para afrontar posibles microtraumatismos de repetición o traumatismos de mayor magnitud; 3) incrementar la fuerza y resistencia muscular; 4) promover una adecuada coordinación (control motor) de la actividad muscular; 5) reducir la intensidad del dolor de espalda baja y prevenir recurrencias del mismo.<sup>2,29</sup>

La correcta realización de los ejercicios enfocados hacia mejorar la estabilización lumbar es de vital importancia, con el fin de fortalecer la musculatura core de manera directa; no así la musculatura compensatoria.

Vezina y Hubley Kosey<sup>29</sup> comprobaron la activación de los músculos específicos por medio de electromiografía de superficie al realizar ejercicios dirigidos a mejorar la estabilidad de la columna en la primera fase del programa; encontraron mayor actividad del sistema de estabilización local, especialmente multífido, oblicuo externo abdominal y transverso del abdomen. La actividad de la musculatura abdominal también fue medida en otro estudio, realizado por Hanada y su grupo,<sup>30</sup> en el que también utilizaron la electromiografía de superficie para evaluar la activación de la musculatura abdominal al realizar el programa de estabilización lumbar; en este caso se encontró una activación específica de la musculatura abdominal hasta de 34% de la contracción máxima voluntaria al realizar ejercicios específicos.

#### ***Etapas del programa de estabilización lumbar***

Es importante resaltar que no existe un programa único; no es una serie de ejercicios que puedan darse como lista a todos los pacientes, ya que estos ejercicios deben ser elegidos y diseñados para ajustarse a varios factores, como: la edad, las comorbilidades, la causa de la lesión y la capacidad de recuperación del paciente, así como de sus actividades.<sup>12,20</sup>

El programa se divide en tres etapas, denominadas inicial, intermedia y avanzada; durante la primera de ellas se enfoca en mejorar la resistencia de los músculos de estabilización local, progresando hasta incluir los estabilizadores globales en la etapa final.<sup>2,24,31</sup>

La recomendación es que el paciente cumpla con el programa diariamente en la etapa inicial, a fin de acondicionar los grupos musculares implicados y favorecer un proceso de activación neural, con el objetivo de dominar las tareas requeridas; posteriormente, y a medida que avanza en las etapas, se puede disminuir la frecuencia a tres sesiones semanales combina-

das con un programa global de entrenamiento, dependiendo de las aptitudes y preferencias del individuo.<sup>2,24,31,32</sup> Posteriormente se sugiere un programa con diversos ejercicios enfocados a cada una de las etapas.

#### ***Etapa inicial***

El objetivo principal de esta etapa es la activación consciente y repetitiva del sistema de estabilización local, sin compensación de los estabilizadores globales, para desarrollar un adecuado patrón de activación neural.<sup>2,17,24</sup> Al realizar los ejercicios se debe mantener la lordosis natural de la columna lumbar y se dan indicaciones para la co-contracción isométrica de los músculos estabilizadores locales (primordialmente multífidos y transverso abdominal), lo que puede ser realizado en decúbito supino, prono, en sedestación o en cuatro puntos, con apoyo de las cuatro extremidades. La indicación más sencilla es solicitarle al paciente que hunda el abdomen como si quisiera llevar el ombligo a la columna (Figura 1).

A fin de evitar compensación por los músculos del sistema global, el terapista o el propio paciente pueden obtener una retroalimentación al mantener una mano por debajo de la columna lumbar, evitar la basculación pélvica posterior



**Figura 1.** Muestra control del transverso del abdomen. En éste se solicita al paciente que hunda el abdomen sin realizar una basculación pélvica, mientras se mantiene en decúbito supino con las rodillas flexionadas.

y la rectificación de la lordosis (en dicho caso actuaría simultáneamente el recto abdominal). Otro patrón frecuente de sustitución es que el paciente contenga la respiración, lo que aparenta un hundimiento abdominal; una estrategia para evitar esto es solicitarle al paciente que realice un conteo en voz alta para facilitar la respiración normal.

### **Etapa intermedia**

Implica el dominio de los ejercicios de la etapa previa; es decir, es necesario un adecuado control local en diferentes posiciones.<sup>2,17,24</sup>

En esta etapa se agregan movimientos alternados de las extremidades (por ejemplo, elevación del brazo o la pierna contralateral en cuatro puntos; o la elevación alterna de las piernas en decúbito supino), reforzando el control de la posición neutra de la columna<sup>2,17,24</sup> (Figura 2).

Otros ejercicios clásicos que se agregan durante esta etapa son los puentes, anterior (Figuras 3 y 4) lateral, con apoyo en rodillas y pies (Figuras 5 y 6). Estos ejercicios agregan la participación de músculos globales, como los glúteos, los cuádriceps, los erectores de la columna, los oblicuos externos y el cuadrado lumbar, entre otros (Figura 1).



**Figura 2.** Muestra del ejercicio en cuatro puntos con elevación alterna de las extremidades, manteniendo la posición neutra de la columna y reforzando el control de la musculatura local.



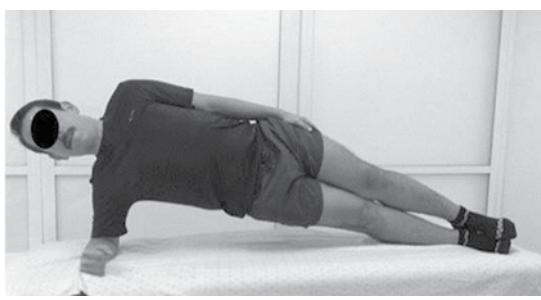
**Figura 3.** Muestra del ejercicio de puente anterior con apoyo de ambos pies sobre la camilla y elevación de la pelvis.



**Figura 4.** Muestra del ejercicio de puente anterior con progresión en dificultad, en el que se agrega elevación alterna de una pierna, controlando la posición neutra de la columna.



**Figura 5.** Muestra del ejercicio de puente lateral, en el que el paciente inicia el control con apoyo en el antebrazo y las rodillas.



**Figura 6.** Muestra del ejercicio de puente lateral con progresión en dificultad, en el que se agrega apoyo en los pies.

#### **Etapa avanzada**

Requiere como base general que el individuo mantenga una adecuada tensión abdominal y lordosis lumbar fisiológica al realizar actividades de la vida diaria. En esta etapa del entrenamiento se implementarán ejercicios dinámicos al utilizar superficies inestables (por ejemplo, un balancín) sobre las que el paciente deberá mantener un adecuado control de su postura, así como dominio de la fuerza muscular de ambos sistemas de estabilización. La progresión se realiza de acuerdo con la tolerancia del paciente y se relaciona directamente con el incremento del peso, el uso de polainas, así como de la velocidad y los cambios de dirección al realizar movimientos alternados de las extremidades mientras se mantiene el control de la postura y los sistemas mencionados.<sup>2,16,23</sup>

La duración de cada etapa es variable, ya que depende de la capacidad del paciente de realizar el reclutamiento voluntario y sostenido de la musculatura local y posteriormente convertirlo en una actividad continua involuntaria, agregando complejidad de patrones de movimiento, lo que puede ser rápidamente logrado en un paciente joven o con dolor de menor tiempo de evolución; a diferencia de pacientes de edad avanzada o en casos con tiempo de evolución del dolor muy prolongado. En general, la ma-

yoría de los protocolos utilizados aplicaron programas de entre 4 a 12 semanas de duración por etapa.<sup>26-32</sup>

#### **CONCLUSIONES**

El dolor de espalda baja es una enfermedad que a pesar de las nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas, aún representa un reto mayor debido a su alta incidencia y a los costos asociados con su tratamiento. En ese sentido, se han estudiado los cambios relacionados con el tratamiento fisioterapéutico, a fin de controlar, disminuir y prevenir su aparición; el especialista en Medicina de Rehabilitación es el indicado para instaurar un programa de entrenamiento específico para lograr la estabilización de la columna.

Está bien establecido que los ejercicios para mejorar la musculatura del sistema de estabilización general son de gran utilidad en el tratamiento del dolor de espalda baja; es también cierto que en la mayoría de los programas de estabilización de la columna no se describen ejercicios que estimulen el sistema de estabilización local, y que éstos son de gran relevancia debido a los cambios estructurales que se tienen después de un cuadro de dolor, mismos que justifican su uso y está documentado el beneficio preventivo que confieren al paciente al realizarlos de manera regular, con adecuado apego y de acuerdo a las indicaciones.

Más aún: si se toma en cuenta que este tipo de programas de fortalecimiento no requieren de infraestructura compleja y realizarlos con adecuada orientación y de acuerdo con las capacidades individuales de cada persona, entonces nos encontramos ante una herramienta esencial en el tratamiento del dolor crónico de espalda baja que es aplicable en la mayor parte de los casos, tanto en la etapa terapéutica como en una etapa preventiva del curso de este padecimiento.



## REFERENCIAS

1. Bono CM. Low-Back Pain in athletes. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:382-396.
2. Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG, Herbert RD, Refshauge K. Specific stabilization exercise for spinal and pelvic pain: A systematic review. *Aust J Physiother* 2006;52:79-88.
3. Biering-Sørensen F. A prospective study of low back pain in a general population. I. Occurrence, recurrence and aetiology. *Scand J Rehabil Med* 1983;15:71-78.
4. McTimoney CAM, Micheli LJ. Current evaluation and management of spondylolysis and spondylolisthesis. *Curr Sports Med Rep* 2003;2:41-46.
5. Covarrubias-Gómez A. Lumbalgia: un problema de salud pública. *Rev Mex Anestesiología* 2010;33:106-109.
6. Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara AV, Koes BW. Meta-analysis: Exercise therapy for nonspecific low back pain. *Ann Intern Med* 2005;142:765-775.
7. Blackburn SE, Gross-Portney L. Electromyographic activity of back musculature during Williams' flexion exercises. *Phys Ther* 1981;61:878-885.
8. Machado LA, de Souza MV, Ferreira PH, Ferreira ML. The McKenzie method for low back pain: A systematic review of the literature with a meta-analysis approach. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006;31:254-262.
9. Suni J, Rinne M, Natri A, Statistician MP, et al. Control of the lumbar neutral zone decreases low back pain and improves self-evaluated work ability: A 12-month randomized controlled study. *Spine* 2006;31:611-620.
10. Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine* 2001;26:243-248.
11. Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, McGill SM. 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;86:1753-1762.
12. Long A, Donelson R, Fung T. Does it matter which exercise?: A randomized control trial of exercise for low back pain. *Spine* 2004;29:2593-2602.
13. O'Sullivan PB. Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy* 2000;5:2-12.
14. Panjabi M, Abumi K, Duranceau J, Oxland T. Spinal stability and intersegmental muscle forces: A biomechanical model. *Spine* 1989;14:194-200.
15. Cholewicki J, Silfies SP, Shah RA, Greene HS, et al. Delayed trunk muscle reflex responses increases the risk of low back injuries. *Spine* 2005;30:2614-2620.
16. Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, Damen L, et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine* 2002;27:399-405.
17. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, et al. Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *Br J Sports Med* 2001;35:186-191.
18. Huang QM, Andersson E, Thorstensson A. Intramuscular myoelectric activity and selective coactivation of trunk muscles during lateral flexion with and without load. *Spine* 2001;26:1465-1472.
19. Mayer JM, Graves JE, Udermann BE, Ploutz-Snyder LL. Development of lumbar extension strength: Effect of pelvic stabilization during resistance training. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 2002;16:25-31.
20. Kent P, Mjøsund HL, Petersen DHD. Does targeting manual therapy and/or exercise improve patient outcomes in nonspecific low back pain? A systematic review. *BMC Medicine* 2010;8:22-37.
21. Rissanen A, Heliövaara M, Alaranta H, Taimela S, et al. Does good trunk extensor performance protect against back related disability? *J Rehabil Med* 2002;34:62-66.
22. van Dieën JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. *Spine* 2003;28:834-841.
23. Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: Ultrasound measurement of muscle activity. *Spine* 2004;29:2560-2566.
24. Kolber MJ, Beekhuizen K. Lumbar stabilization: An evidence-based approach for the athlete with low back pain. *Strength and Conditioning J* 2007;29:26-37.
25. van Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, et al. Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010;24:193-204.
26. Rasmussen-Barr E, Äng B, Arvidsson I, Nilsson-Wikmar L. Graded exercise for recurrent low-back pain: A randomized, controlled trial with 6-, 12-, and 36-month follow-ups. *Spine* 2009;34:221-228.
27. Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: Randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Phys Ther* 2005;85:209-225.
28. Cairns MC, Foster NE, Wright C. Randomized controlled trial of specific spinal stabilization exercises and conventional physiotherapy for recurrent low back pain. *Spine* 2006;31:670-681.
29. Vezina MJ, Hubley-Kozey CL. Muscle activation in therapeutic exercises to improve trunk stability. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:1370-1379.
30. Hanada EY, Hubley-Kozey CL, McKeon MD, Gordon SA. The feasibility of measuring the activation of the trunk muscles in healthy older adults during trunk stability exercises. *BMC Geriatrics* 2008;8:33-45.
31. Hayden JA, Cartwright JL, Riley RD, van Tulder MW and the Chronic Low Back Pain IPD Meta-Analysis Group. Exercise therapy for chronic low back pain: protocol for an individual participant data meta-analysis. *Systematic Reviews* 2012;1:64-74.
32. Hayden JA, van Tulder MW, Tomlinson G. Systematic review: Strategies for using. Exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Ann Intern Med* 2005;142:776-785.