

BASES CIENTÍFICAS PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA EJERCICIOS **PARA EL DOLOR LUMBAR**

AUTORES:

Fernando García Pérez (Facultativo Especialista de Área de la Unidad de Rehabilitación de la Fundación Hospital Alcorcón. Madrid)

Mariano Tomás Flórez García (Jefe de la Unidad de Rehabilitación de la Fundación Hospital Alcorcón. Madrid)

INTRODUCCIÓN

CLASIFICACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE EJERCICIOS PROPUESTOS

PROGRAMA BÁSICO

Objetivos del programa

Número de ejercicios

Material necesario

Selección de los ejercicios

Selección de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura abdominal

Selección de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura paravertebral

Selección de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura glútea

Selección de ejercicios de flexibilización vertebral

Posiciones de partida

Series y repeticiones

Frecuencia

PROGRAMA AVANZADO

PROGRAMA PERSONALIZADO

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

El dolor lumbar afecta a millones de personas en todo el mundo con una importante repercusión sanitaria y socioeconómica¹ especialmente en los países desarrollados². En el mundo occidental es la principal causa de discapacidad en los individuos menores de 45 años³. El diagnóstico y el tratamiento del dolor lumbar llamado inespecífico, a pesar de los recientes avances en el entendimiento de algunos mecanismos patogénicos⁴, siguen rodeados por sustanciales controversias. Son muchos los aspectos aún no bien esclarecidos y bastantes las preguntas que quedan sin responder. Prácticamente todos los autores están de acuerdo en que el dolor lumbar abarca un grupo muy heterogéneo de pacientes. Se han propuesto una gran variedad de alternativas de tratamiento conservador⁵ entre las que el ejercicio, desde hace tiempo, juega un papel cada vez más destacado en la práctica cotidiana⁶⁻⁸ asociado o no a otras terapias.

Durante muchos años el enfoque del dolor lumbar ha estado basado en tres pilares: a) tratamiento sintomático inicial mediante reposo y medicación; b) diagnósticos basados en hallazgos radiológicos; y c) modalidades pasivas como tratamiento complementario. Desafortunadamente con estas medidas la incapacidad por dolor lumbar no sólo no disminuía sino que, incluso, aumentaba¹. El enfoque tradicional fue muy cuestionado y hoy se sabe que los abordajes activos, entre los que se incluye el ejercicio físico, han demostrado mayor eficacia y deben ser la base del tratamiento de la lumbalgia. Estos conceptos están siendo cada vez más aceptados y han sido trasladados a las guías de práctica clínica más recientes sobre dolor lumbar.

El raquis lumbar es, probablemente, una de las áreas del aparato locomotor más y mejor estudiadas. En una revisión reciente, Koes et al² señalan que se han publicado más de 1000 ensayos clínicos sobre dolor lumbar siendo más de la cuarta parte de ellos de alta calidad metodológica. El primer ensayo clínico controlado que mostraba los efectos beneficiosos del ejercicio en pacientes con dolor lumbar y hernia discal se publicó en 1983⁹. Desde entonces el número de ensayos clínicos, con o sin grupo control y de variable calidad metodológica, ha aumentado extraordinariamente⁹⁻¹¹³. Se han publicado también diversas revisiones sistemáticas y algunos metaanálisis¹¹⁴⁻¹³³ que han estudiado específicamente la eficacia de los ejercicios en el tratamiento del dolor lumbar. En ellos se ha comprobado que el ejercicio es la medida más eficaz en la prevención de recurrencias de episodios agudos y en el tratamiento, a largo plazo, de los pacientes con lumbalgia crónica inespecífica¹³⁴⁻¹³⁹. Traducir los resultados de esta amplia investigación a la práctica clínica es un

proceso complejo. Uno de los grandes desafíos actuales es diseñar programas de ejercicios que se puedan aplicar en nuestra práctica clínica y que sean costo-efectivos. El objetivo final es conseguir que los avances científicos se trasladen realmente a los pacientes con dolor lumbar. Cuando se efectúan correctamente los ejercicios adecuados son, además, un tratamiento seguro para estos pacientes ya que no aumentan el riesgo de aparición de lesiones¹⁴⁰. Sin embargo, aún no está claro qué subtipo concreto de pacientes¹⁴¹⁻¹⁴³ son los más susceptibles de beneficiarse de forma más importante con esta u otras terapias, ni qué tipo de ejercicios son los mejores¹⁴⁴. Esto hace que uno de los principales problemas con los que se enfrenta el clínico en su práctica cotidiana sea decidir qué ejercicios debe seleccionar para sus pacientes con lumbalgia.

Se han diseñado y publicado una gran variedad de programas de ejercicios para el tratamiento del dolor lumbar, con objetivos a veces muy diferentes (coordinación, corrección postural, estabilización, equilibrio, flexibilidad, mejoría progresiva de fuerza y resistencia muscular, acondicionamiento aeróbico...). Hay, incluso, diferentes “escuelas”, unas más clásicas y otras más modernas (McKenzie, Williams, Kendall, Alexander, Mensendieck, Feldenkrais...) que han desarrollado, en general de forma empírica, sus propios programas de ejercicio, con diferentes fundamentos teóricos¹²¹, o que han aplicado sus principios, modificándolos, al tratamiento de la lumbalgia (Pilates)^{106, 111, 113}. Entre ellos hay, además, bastantes diferencias en cuanto a la frecuencia e intensidad del entrenamiento y a su duración (a corto plazo o a largo plazo). No existen pruebas definitivas sobre la superioridad de determinadas modalidades de ejercicio frente a otras en el tratamiento del dolor lumbar crónico inespecífico, incluyendo los ejercicios aeróbicos de bajo impacto⁷³. No se ha demostrado, tampoco, superioridad de los ejercicios efectuados en extensión frente a los realizados en flexión.

Los denominados ejercicios de estabilización dinámica lumbar, muy populares y desarrollados inicialmente para pacientes con espondilolisis o listesis sintomáticas¹⁴⁵, se han empleado también con éxito en el tratamiento de pacientes con dolor lumbar^{146, 147}. Su fundamento teórico es la existencia de una disfunción de la musculatura profunda del tronco (del transversal abdominal y de las fibras profundas del multifido) que actúan como estabilizadores activos del raquis lumbar^{148, 149} pero las razones de su eficacia aún no se conocen¹⁵⁰. Hay ensayos clínicos recientes en los que no se observan beneficios adicionales con ellos, si se añaden a otros programas de ejercicio, en pacientes sin signos asociados de inestabilidad^{57, 58, 104}. Sin embargo, se ha sugerido¹⁵¹ que los pacientes con dolor lumbar que más se beneficiarían con este tipo de ejercicios

podrían ser aquellos con movilidad anómala en los rangos intermedios del movimiento pero sin signos de hipermovilidad.

El hecho más determinante en la efectividad del ejercicio parece radicar en que sean suficientes en cuanto a intensidad y duración en el tiempo^{129, 130, 152}. Algunos autores⁶⁶ indican que, en la práctica, puede tener ciertas ventajas guiarse, cuando sea posible hacerlo, por la llamada “preferencia direccional” del paciente. Eso significa realizar los ejercicios (posturales, de estiramiento y de fortalecimiento) en el sentido contrario al del movimiento que les produce dolor o que hace que el dolor se extienda desde la línea media del tronco hacia la periferia (distal o lateralmente): ejercicios opuestos a la flexión, opuestos a la extensión u opuestos a la inclinación lateral dolorosa. Con eso se pretende conseguir la denominada “centralización del dolor”, fenómeno descrito por primera vez hace ya casi veinte años¹⁵³. Lo más habitual es la centralización en extensión. La existencia de una dirección preferencial resulta ser un buen predictor de resultados favorables al tratamiento con programas de ejercicios, incluso en presencia de déficits neurológicos³.

Desafortunadamente, como constatan los autores de una de las últimas revisiones sistemáticas publicadas¹²⁹, en la que se incluyen 61 ensayos clínicos controlados aleatorizados (43 de ellos sobre lumbalgia crónica) publicados hasta octubre de 2004, casi la mitad de los ensayos analizados favorables al ejercicio en el dolor lumbar crónico no explican con la precisión deseable los programas concretos que aplicaban y con los que se obtenían esos buenos resultados. La descripción incompleta de estos programas limita la posibilidad de utilizarlos con precisión en la práctica.

CLASIFICACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE EJERCICIOS PROPUESTOS

En la practica cotidiana observamos gran variabilidad en los programas de ejercicios usados para tratar el dolor lumbar, a menudo con ejercicios escogidos con criterios poco rigurosos. Para facilitar la selección de los ejercicios que deben realizar los pacientes con dolor lumbar hemos desarrollado tres alternativas que hemos llamado programa básico, programa avanzado y programa personalizado. Los dos primeros constan de diez ejercicios cada uno. El desarrollo lo hemos realizado basándonos en las mejores evidencias disponibles¹⁵⁴: ensayos clínicos controlados bien diseñados con resultados favorables y estudios experimentales que analizan con diversos métodos los efectos de diferentes ejercicios.

- Programa básico. Este programa es el que resulta más sencillo de realizar a los pacientes que no tienen una buena preparación física previa y es aplicable, prácticamente, a la gran mayoría de pacientes con dolor lumbar.

- Programa avanzado. Este programa sustituye algunos de los ejercicios de más simple ejecución del programa básico por otros algo más complejos y está dirigido a los pacientes con lumbalgia que presenten una buena forma física, por ejemplo, personas jóvenes o deportistas.

- Programa personalizado. En algunos pacientes, por diversas razones (sobre todo por mala tolerancia a determinados ejercicios o por características clínicas específicas), no son aplicables ninguno de los dos programas anteriores. Este programa permite elegir, entre un grupo amplio de 25 ejercicios, aquellos que mejor se adapten a sus circunstancias. Así es posible adaptar algunos ejercicios para facilitar su ejecución a pacientes que presenten otras patologías asociadas que les pueden dificultar o impedir adoptar algunas de las posiciones recomendadas en los programas básico y avanzado. Se pueden añadir, además, ejercicios de estiramiento de algunos músculos de los miembros inferiores a los pacientes que, por tenerlos acortados o doloridos, así lo precisen. En otros casos, para pacientes con excelente preparación física se pueden incluir ejercicios más dificultosos. También es posible, dentro de los programas básicos y avanzado efectuar cambios para los pacientes que lo requieran (modificar, añadir o eliminar determinados ejercicios).

A continuación describimos de forma pormenorizada el proceso seguido para elaborar los tres programas de ejercicios propuestos (básico, avanzado y personalizado).

PROGRAMA BÁSICO

Objetivos del programa

En los pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico se han observado diversos déficits¹⁵⁵⁻¹⁶² tales como acortamiento muscular con pérdida de flexibilidad lumbopélvica, deficiente función muscular abdominal y espinal (con alteraciones en los patrones normales de activación muscular, desequilibrio, fatigabilidad y pérdida de fuerza) e, incluso, se han constatado alteraciones en la propiocepción y cambios histomorfológicos y estructurales musculares. Estos últimos suelen aparecer en la musculatura paravertebral y no está claro si son o no reversibles. Tampoco se sabe si la reversibilidad de esas alteraciones anatómicas originaría una mejoría sintomática^{161, 163}. Esos

cambios consisten en menor tamaño muscular, mayor contenido graso y cierto grado de atrofia selectiva de fibras musculares¹⁶⁴. No se ha podido comprobar, por el contrario, que en ellos exista una reducción del consumo de oxígeno¹⁶⁵. En los pacientes con lumbalgia crónica también se ha documentado desacondicionamiento cardiovascular¹⁵⁷. El efecto beneficioso de los ejercicios sobre el dolor y la discapacidad, aunque aún no está completamente esclarecido el modo concreto por el que producen su efecto terapéutico, podría deberse a que mejoran esas circunstancias^{140, 152, 166}. Se ha observado, además, que una fuerza de tensión moderada estimula, in vitro, una reacción antiinflamatoria disminuyendo a nivel discal la expresión de los mediadores proinflamatorios y de las proteasas¹⁶⁷. Eso también podría ocurrir en algunos pacientes con dolor lumbar. No obstante no está claro cómo los efectos beneficiosos del ejercicio se ven influidos por el tipo de ejercicios, la duración de los programas, la intensidad del ejercicio, la duración de cada sesión o los factores relacionados con la supervisión o con la motivación del paciente para realizar los ejercicios en su domicilio¹³⁰.

En los ensayos clínicos suelen incluirse, principalmente, ejercicios de fortalecimiento de los músculos del tronco y de las extremidades, de flexibilización y de reacondicionamiento aeróbico sin impacto (bicicleta, caminar, nadar..). Nosotros hemos seleccionado, para corregir los déficits existentes, diversos ejercicios de fortalecimiento muscular (para aumentar la resistencia de músculos abdominales, paravertebrales y glúteos) y otros de flexibilización vertebral que cubren esos objetivos.

Número de ejercicios

La primera decisión importante es establecer el número total de ejercicios que debemos incluir en el programa. No deben superar un número máximo razonable para que el programa sea viable. Pretendemos, en última instancia, que el paciente los realice a largo plazo con facilidad, sin abandonos y sin tener que invertir en ellos más tiempo del necesario. Conviene, por ello, escoger sólo unos pocos, los imprescindibles, para que su práctica habitual no ocupe al paciente más de 40 minutos al día. De otro modo les será difícil incorporarlos a su ritmo de vida cotidiano. El cumplimiento de cualquier tipo de tratamiento es un problema habitual en la mayoría de los pacientes, a corto y, sobre todo, a largo plazo y resulta fundamental asegurarlo para lograr un efecto beneficioso^{168, 169}.

Sólo unos pocos ensayos clínicos^{39, 57, 58, 65, 170} han especificado con suficiente detalle programas de ejercicio físico eficaces e incluyen un número limitado de ejercicios, empleados con distintos fines. En general suelen reducirse a un número de ejercicios entre 9 y 15, sobre todo cuando se pretende que el paciente los realice fuera de las instituciones sanitarias. Sin embargo, en la mayoría de casos los ensayos clínicos no se especifican el número de ejercicios sino el tipo (en general asocian ejercicios aeróbicos, de fortalecimiento de los principales grupos musculares de las extremidades y del tronco, de flexibilidad, ejercicios funcionales y/o de relajación). El régimen “tipo” más habitual en los ensayos clínicos consiste en sesiones de 15 a 90 minutos realizadas de 2 a 5 días en semana durante varias semanas¹²⁵. Los casos en que se dedica mucho tiempo al ejercicio (programas intensivos de duración prolongada) son poco viables en la práctica clínica habitual.

Después de la exhaustiva revisión bibliográfica efectuada hemos escogido diez ejercicios básicos que incluyen varios ejercicios de estiramiento y de fortalecimiento, aunque resulta más correcto denominarlos ejercicios de resistencias progresivas¹⁷¹, que el paciente puede realizar por sí mismo en unos 20-40 minutos.

Material necesario

Para efectuar ejercicios de fortalecimiento, abdominal y espinal, hay a la venta en el mercado aparatos muy diferentes^{157, 172, 173}. Se usan sobre todo en ambientes deportivos. Los resultados de los ejercicios realizados con ellos no son, sin embargo, superiores a los efectuados sin aparatos⁶⁵ y su mayor utilidad es que pueden generar cierta motivación al paciente. Hay aparatos que permiten hacer los ejercicios sentado, posición que puede resultar beneficiosa para algunos pacientes. En algunos casos estos dispositivos comerciales pueden activar también músculos no deseados o provocar movimientos multiplanares, a menudo desaconsejables¹⁷³. Se ha sugerido que mantener sujeta la pelvis puede favorecer que haya una mayor actividad de la musculatura extensora lumbar pero es cuestionable que estos cambios tengan trascendencia práctica¹⁷⁴. Hay dispositivos de baja complejidad tecnológica, como sistemas de poleas o pelotas¹⁷⁵, pero también se comercializan otros aparatos más sofisticados, y más caros, como los equipos isocinéticos²⁰. Los ejercicios realizados en el suelo y sin aparatos suelen ser, sin embargo, más que suficientes en la inmensa mayoría de casos. Los ejercicios efectuados en el agua tampoco son superiores a los ejercicios realizados en el suelo aunque pueden ser recomendables en el dolor lumbar durante el embarazo¹⁷⁶ o en pacientes con dificultades de movilidad.

El único elemento imprescindible para efectuar el programa de ejercicios será, pues, el suelo de una habitación tranquila colocando, si el paciente lo prefiere, una esterilla fina en el lugar donde vaya a realizarlos. También será aconsejable disponer de un cojín o de una almohada pequeña para los ejercicios en prono¹⁷⁷. El paciente debe estar descalzo y vestir ropa cómoda no ajustada.

En los ensayos clínicos los ejercicios se efectúan de forma independiente, individualizando los ejercicios para cada paciente, bien bajo supervisión de fisioterapeutas (a menudo dentro de grupos terapéuticos, en el seno de programas multidisciplinarios o formando parte de escuela de espalda) o bien en el domicilio del paciente. Esto último es lo deseable en la práctica cotidiana una vez que se ha elaborado el programa y se ha instruido al paciente.

Una vez que el paciente conoce adecuadamente qué ejercicios debe hacer y cómo ejecutarlos a largo plazo correctamente (los ejercicios realizados de manera imperfecta pueden ser más perjudiciales que beneficiosos) no precisa supervisión y los puede hacer sin dificultad en su domicilio en un tiempo razonable.

Selección de los ejercicios

Es preciso seleccionar ejercicios que cumplan satisfactoriamente la finalidad pretendida: fortalecimiento de los músculos de la cintura pélvica y del tronco y flexibilización vertebral. Los ejercicios de fortalecimiento son los más importantes y, por ello, deben ser los más numerosos. Parece que con ellos se favorece más la reducción de la discapacidad y la mejoría funcional. No está claro si su efecto beneficioso se debe a la carga que generan en los tejidos o al efecto de la repetición del movimiento¹³⁰. Sin embargo hay que incluir también ejercicios de estiramiento ya que con ello se ha visto que se reduce mejor el dolor¹²⁹.

Los ejercicios que hemos incluido en el programa aparecen descritos en la mayoría de los ensayos clínicos que han demostrado eficacia y se ha comprobado su utilidad para lograr el propósito deseado en diversos trabajos que han estudiado la activación muscular mediante ultrasonido, resonancia magnética funcional, electromiografía de aguja o de superficie^{148, 178, 179}.

Algunos ejercicios cumplen, simultáneamente, varias funciones y resulta útil incluirlos porque de ese modo se reduce el número total de ejercicios. Así, por ejemplo, el ejercicio de báscula

pélvica posterior, que es un ejercicio inicial básico escogido por prácticamente todos los programas, sirve para fortalecer tanto los músculos abdominales como los glúteos mayores y, a la vez, consigue realizar un estiramiento lumbar. No hay que hacer ninguno de los demás ejercicios ni las actividades cotidianas en posición de báscula pélvica posterior, sino en posición neutra, ya que la columna sería así más vulnerable¹⁸⁰. En el programa básico se recomienda hacer este ejercicio en supino ya que el paciente tendrá que adoptar esta posición para realizar otros. En el ejercicio de elevación de la pierna extendida en decúbito lateral se fortalecen, simultáneamente, abdominales (sobre todo oblicuos)¹⁸¹ y glúteo medio y en el ejercicio de elevación brazo pierna alternativa en cuadrupedia se fortalece, a la vez, la musculatura paravertebral y el glúteo mayor.

Selección de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura abdominal

Es necesario incluir ejercicios para fortalecer los diversos músculos abdominales ya que en los pacientes con lumbalgia suelen estar debilitados y su correcta función permite estabilizar el tronco y descargar el raquis lumbar^{182, 183}. En una publicación muy reciente¹⁸⁰ se ha analizado la bibliografía sobre activación electromiográfica producida sobre la musculatura abdominal por diferentes tipos de ejercicios abdominales. La denominación clásica de ejercicios abdominales superiores e inferiores no se ajusta a la realidad ya que cualquier ejercicio abdominal parece actuar, de hecho, sobre toda la musculatura abdominal. No obstante, por lo extendido de su uso, se mantiene en la práctica esta nomenclatura pero debemos conocer que el nombre de superior o inferior queda restringido a designar los segmentos corporales movilizados y no tanto a las porciones musculares activadas. Ambos son, probablemente, los dos mejores ejercicios de fortalecimiento abdominal y la mayoría de los programas utilizados en ensayos clínicos los incluyen. No obstante no todos los ejercicios dirigidos a fortalecer los músculos abdominales fortalecen de igual modo todos los músculos abdominales. Por eso hay que combinar varios en el programa. Se han sugerido, incluso, diferencias regionales en la activación de los músculos abdominales. Por ejemplo, durante el ejercicio de báscula pélvica posterior la parte más activa parece ser la parte media del oblicuo interno¹⁸⁴ aunque no todos los estudios apoyan esta afirmación, probablemente porque los patrones de reclutamiento pueden variar según la posición del cuerpo. La intensidad de cada ejercicio de fortalecimiento abdominal se ajusta variando el grado de dificultad (según la posición de los brazos y de las piernas), las resistencias aplicadas (que suele ser el propio peso del paciente) y/o el número de repeticiones. Entre los ejercicios abdominales superiores de frente y cruzados los más sencillos de realizar son aquellos que se efectúan con las manos en el suelo. Los ejercicios asistidos manualmente

sólo requieren una activación muscular mínima¹⁸⁵ por lo que su intensidad no es suficiente para mejorar el rendimiento muscular. Pueden ser útiles, no obstante, al principio para que el paciente pierda el miedo y aprenda luego a hacerlos por sí mismo sin asistencia. También se ha recurrido, con éxito, a la ayuda de imágenes de ultrasonido a tiempo real para facilitar, inicialmente, el entrenamiento muscular^{179, 186}.

Nosotros hemos incluido en el programa básico cinco ejercicios de fortalecimiento abdominal (báscula pélvica posterior, abdominales inferiores, abdominales superiores de frente y cruzados con las manos en el suelo y elevación de la pierna extendida). Los cuatro primeros se realizan en decúbito supino y el último en decúbito lateral. El ejercicio de báscula pélvica lo clasificamos en un grupo independiente de los de fortalecimiento ya que también es, a la vez, un ejercicio de estiramiento de la musculatura extensora lumbar.

Hemos excluido del programa el ejercicio denominado de semi-incorporación (*sit-up*) porque la actividad muscular abdominal no es con él tan homogénea y continúa como con los abdominales superiores de frente o cruzados sino que se desencadenan picos de actividad en ellos y, además, se sobrecarga la columna lumbar. Si se optara por incluirlo en algún programa no se debe pasar nunca de 30°-40° de flexión del tronco y no se hará, en ningún caso, con las piernas extendidas ni con sujeción de los pies. Por idéntica razón no se incluyen ejercicios de elevación de una pierna extendida en supino (con la otra doblada o extendida) ni de elevación de ambas piernas en extensión en supino¹⁸⁰.

Selección de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura paravertebral

Se considera que la musculatura paraespinal tiene dos funciones: originar movimientos del tronco y estabilizar el raquis. En los pacientes con dolor lumbar se ha comprobado la existencia de un déficit de fuerza de la musculatura del tronco que es mayor para los músculos extensores del tronco que para los flexores¹⁵⁷ y la mayoría de los programas publicados en ensayos clínicos incluyen ejercicios con este objetivo. En voluntarios sanos se ha observado que al incrementarse la intensidad del ejercicio, o al realizar series múltiples, de ejercicios de fortalecimiento paravertebral se originan alteraciones en los patrones de reclutamiento muscular disminuyendo, por fatigabilidad, la activación de los extensores del raquis e incrementándose la de los glúteos mayores^{187, 188} tanto en las contracciones concéntricas como excéntricas. Para evitar esta activación excesiva de músculos

sinérgicos se ha sugerido, en diversos protocolos de entrenamiento, que es suficiente realizar una única serie de ejercicios dinámicos de extensores de alrededor de 10 repeticiones¹⁸⁹. Si se reduce la intensidad y la frecuencia también resultan eficaces^{177, 190}. Se ha comprobado que hay mayor actividad en los extensores del raquis durante la fase de contracción concéntrica¹⁷⁴. Se ha visto, también, que al aumentar la intensidad del ejercicio van dejando de activarse los músculos extensores más mediales y predomina la actividad en el grupo lateral¹⁶⁵. Por todo ello el número de ejercicios seleccionados para fortalecer la musculatura paravertebral será menor que el de ejercicios de fortalecimiento abdominal.

Nosotros hemos seleccionado un ejercicio dirigido específicamente a fortalecer los músculos paravertebrales, que se realiza en decúbito prono (extensión del tronco en prono). No obstante también se produce una cierta activación de estos músculos al fortalecer los glúteos mayores en el ejercicio del puente en supino y en el ejercicio de elevación brazo-pierna en cuadrupedia, que para el programa básico se hace de forma alternativa (más sencilla que efectuarla de forma simultánea).

Selección de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura glútea

Los músculos glúteos mayores, extensores de la cadera, están acoplados con la musculatura paraespinal lumbar a través de la fascia tóraco-lumbar y actúan de modo sinérgico a ella facilitando, además, la transferencia de cargas hacia los miembros inferiores¹⁹¹. Los músculos glúteos medios tienen una función estabilizadora de la pelvis.

Algunos de los ejercicios del programa básico, además de fortalecer otros grupos musculares, también consiguen un fortalecimiento de los glúteos medios (ejercicio de elevación de la pierna extendida en decúbito lateral) y de los glúteos mayores (báscula pélvica posterior en supino y elevación brazo-pierna alternativa en cuadrupedia). El ejercicio del puente, en supino, es específico para los glúteos mayores aunque también produce un cierto grado de activación de los músculos paravertebrales.

Selección de ejercicios de flexibilización vertebral

La falta de flexibilidad vertebral es habitual en los pacientes con dolor lumbar^{192, 193} y en los ensayos clínicos se incluyen a menudo ejercicios para restablecer la movilidad del raquis lumbar.

Nosotros hemos incluido tres ejercicios de estiramiento estático en el programa básico con esta pretensión: ejercicio de báscula pélvica posterior en supino (que además es un ejercicio inicial de fortalecimiento muscular abdominal y del glúteo mayor), ejercicio de estiramiento lumbosacro y ejercicio de arqueamiento vertebral (gato-camello). Estos dos últimos se realizan en posición cuadrúpeda.

Posiciones de partida

Los diez ejercicios que hemos incluido en el programa básico se hacen en cuatro posiciones distintas que, sucesivamente, son: decúbito supino, decúbito prono, decúbitos laterales y cuadrupedia. En dichas posiciones la carga que recibe la región lumbar es menor que en bipedestación. Se harán seguidos todos los ejercicios correspondientes a cada posición, uno tras otro, para evitar cambiar de postura más veces de las necesarias y reducir así la incomodidad para el paciente.

Series y repeticiones

Este es un aspecto que habitualmente no se especifica en los ensayos clínicos¹³⁰. El número de series y de repeticiones para cada ejercicio dependerá de la forma física previa del paciente. Los pacientes a los que prescribiremos el programa básico son aquellos cuya forma física no es buena de modo que en ellos se comenzará con una serie de cinco o, más a menudo, diez repeticiones para cada uno de los ejercicios de fortalecimiento pudiendo incrementarse progresivamente según la tolerancia.

En caso de dificultad hay que comenzar poco a poco y por los más sencillos, con una progresión gradual. Por ejemplo, los ejercicios de fortalecimiento, al principio, pueden ser sólo isométricos. Entre cada serie y, también, antes de efectuar un nuevo ejercicio se recomienda descansar durante un minuto. Para los ejercicios de estiramiento es suficiente realizar una única serie de 3 a 5 repeticiones, con una duración del estiramiento de unos 10-30 segundos. Estas recomendaciones se adaptan a las guías de ejercicio publicadas por el *American College of Sports Medicine*¹⁹⁴. Los estiramientos más rápidos, de tipo balístico, no son aconsejables ya que no favorecen el alargamiento muscular¹⁴⁰.

Todos los ejercicios se harán lentamente y sin provocar o incrementar el dolor ni ocasionar fatiga. En ocasiones en los ejercicios de fortalecimiento puede resultar molesta la vuelta a la posición de partida ya que para hacerlo se realiza una contracción excéntrica. Para evitar esa molestia el movimiento de retorno no debe hacerse con brusquedad.

Para los ejercicios de fortalecimiento de la musculatura espinal conviene realizar menos repeticiones que para los abdominales para evitar así su fatigabilidad y que no aparezca compensación por parte de los músculos glúteos. En general sería suficiente con una única serie de diez repeticiones^{177, 178, 187}. Si el paciente la realiza sin inconvenientes su dificultad se incrementará. En lugar de hacerlo aumentando el número de repeticiones (lo que origina fatiga muscular) se efectuará colocando, en la línea media y a la altura del borde superior de las escápulas, una bolsita pequeña con un peso ligero¹⁷⁷.

Frecuencia

En los ensayos clínicos publicados los programas de ejercicios se realizan de 2 a 5 días en semana¹²⁵. Lo más adecuado, en la práctica, es que el paciente haga los ejercicios siempre a la misma hora, durante un tiempo máximo de 20 a 40 minutos al día, varias veces en semana (al menos 3 ó 4 días). Los restantes días de la semana, 3 ó 4, que el paciente no realice el programa de ejercicios específicos efectuará, en su lugar, ejercicios de tipo aeróbico de bajo impacto (bicicleta, caminar, nadar...) durante 20 minutos, que también han demostrado efecto beneficioso en el dolor lumbar⁷³. Además sirven para mejorar el rendimiento cardiovascular y la forma física general en aquellos pacientes en que sea baja¹⁹⁵. Su intensidad debe ser incrementada gradualmente, de manera prefijada e independientemente de la presencia del dolor pero controlándole, si es preciso, con medicación analgésica. El paciente no debe centrarse en el dolor y ha de entender que el ejercicio aeróbico es seguro, y de eficacia constatada para disminuir la discapacidad, aunque note con él algún grado de dolor¹⁵². La simple actividad física inespecífica no parece tener efecto importante en la recuperación del dolor lumbar¹⁹⁶.

Antes de iniciar el programa específico de ejercicios se puede realizar un breve periodo de calentamiento, de unos 10 minutos de duración, con bicicleta estática o caminando, y al terminar puede ser recomendable efectuar algunos ejercicios sencillos de relajación (respiraciones lentas y profundas).

PROGRAMA AVANZADO

El programa avanzado consta también de diez ejercicios. Está dirigido a pacientes con dolor lumbar con mejor preparación física que los destinatarios del programa básico. En él se han sustituido tres ejercicios de fortalecimiento del programa básico, que son de fácil ejecución, por otros equivalentes pero algo más complejos y que no deben suponer dificultad relevante para un paciente joven o deportista. En concreto las modificaciones son: sustitución de los ejercicios abdominales superiores de frente y oblicuos efectuados con las manos en el suelo por los realizados con las manos en la nuca y sustitución del ejercicio en cuadrupedia de elevación brazo-pierna alternativa por el de elevación brazo-pierna simultánea. Los restantes siete ejercicios son los mismos. En caso de necesidad, igual que ocurre en el programa básico, es posible sustituir o anular cualquier ejercicio si fuera necesario hacerlo. Para todos ellos el número de series y de repeticiones será, de entrada, igual que para el programa básico.

PROGRAMA PERSONALIZADO

El programa personalizado está pensado para facilitar la selección de los ejercicios, uno a uno, en aquellos pacientes donde no son aplicables ninguno de los dos programas anteriores (por mala tolerancia a algunos ejercicios, por no ser capaces de adoptar las posiciones de partida o por presentar otras patologías asociadas). Se puede escoger entre un total de 25 ejercicios. Algunos de ellos son ejercicios equivalentes a los de los programas básico y avanzado pero efectuados en otras posturas (de pie o sentado). Hay otros ejercicios que son similares pero cuyo nivel de complejidad varía. También es posible, para pacientes con preparación física excelente, seleccionar ejercicios más dificultosos. En los programas básicos y avanzado no hemos incluido ejercicios de estiramiento de músculos de los miembros inferiores porque, en general, no son necesarios. Sin embargo, en casos en que hubiera en alguno de ellos acortamiento o dolor se pueden añadir también a dichos programas o incluir en el programa personalizado. Los músculos que más habitualmente suele ser preciso estirar son psoas, isquiotibiales y piriforme^{33, 49} y para cada uno hemos elegido un modelo de estiramiento de fácil ejecución.

Si se van a realizar varios ejercicios con una misma posición de partida conviene hacerlos seguidos, uno tras otro, para que resulte más sencillo efectuarlos. La clasificación de los ejercicios en función de su posición de partida es la siguiente:

a) en decúbito supino:

- con los brazos extendidos a lo largo del suelo:

ejercicio 1 (báscula pélvica en supino)

ejercicio 4 (abdominales inferiores)

ejercicio 5 (abdominales superiores de frente, manos suelo)

ejercicio 8 (abdominales superiores cruzados, manos suelo)

ejercicio 12 (puente)

ejercicio 23 (estiramiento de psoas)

- con las manos en el pecho:

ejercicio 6 (abdominales superiores de frente, manos pecho)

ejercicio 9 (abdominales superiores cruzados, manos pecho)

- con las manos en la nuca:

ejercicio 7 (abdominales superiores de frente, manos nuca)

ejercicio 10 (abdominales superiores cruzados, manos nuca)

- con las manos en la nuca y con la cara lateral de un pie sobre la rodilla opuesta:

ejercicio 11 (abdominales superiores cruzados, pie en rodilla opuesta)

b) en decúbito prono:

ejercicio 15 (extensión de tronco en prono)

c) en decúbito lateral:

ejercicio 13 (elevación de pierna extendida)

ejercicio 14 (elevación de cintura pélvica)

d) sentado en el suelo:

ejercicio 24 (estiramiento de piramidal)

ejercicio 25 (estiramiento de isquiotibiales)

e) en cuadrupedia:

ejercicio 17 (elevación brazo-pierna alternativa)

ejercicio 18 (elevación brazo-pierna simultánea)

ejercicio 20 (estiramiento lumbosacro en suelo)

ejercicio 22 (gato camello)

f) de pie :

ejercicio 2 (báscula pélvica de pie)

ejercicio 16 (extensión de tronco de pie)

ejercicio 19 (extensión de pierna de pie)

g) sentado en una silla:

ejercicio 3 (báscula pélvica sentado)

ejercicio 21 (estiramiento lumbosacro en silla)

BIBLIOGRAFÍA

- 1 - Flórez García MT, García Pérez F. Dolor lumbar. En : Sánchez Blanco I, Ferrero Méndez A, Aguilar Naranjo JJ et al (eds). Manual Sermef de Rehabilitación y Medicina Física. Madrid. Ed. Médica Panamericana. 2006; pp 387-99.
- 2 - Koes BW, van Tulder MW, Thomas S. Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ* 2006; 332: 1430-34.
- 3 - Shabandar L, Press J. Diagnosis and nonoperative management of lumbar disk herniation. *Oper Tech Sports Med* 2005; 12: 114-21.
- 4 - Biyani A, Anderson BJA. Low back pain: pathophysiology and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2004; 12: 106-15.
- 5 - Shen FH, Samartzis D, Anderson GBJ. Nonsurgical management of acute and chronic low back pain. *J Am Acad Orthop Surg* 2006; 14: 477-87.
- 6 - Kofotolis N, Sambanis M. The influence of exercise on musculoskeletal disorders of the lumbar spine. *J Sports Med Phys Fitness* 2005; 45: 84-92.
- 7 - Groenendijk JJ, Swinkels ICS, de Bakker D, Dekker J, van der Hende CHM. Physical therapy management of low back pain has changed. *Health Policy* 2007; 80: 492-99.
- 8 - Byrne K, Doody C, Hurley DA. Exercise therapy for low back pain: a small-scale exploratory survey of current physiotherapy practice in the Republic of Ireland acute hospital setting. *Man Ther* 2006; 11: 272-8.
- 9 - Weber H. Lumbar disc herniation-A controlled, prospective study with ten years of observation. *Spine* 1983; 8: 131-40.
- 10 - Alexandre NM, de Moraes MA, Corrêa Filho HR, Jorge SA. Evaluation of a program to reduce back pain in nursing personnel. *Rev Saude Publica* 2001; 35: 356-61.
- 11 - Aure OF, Nilsen JH, Vasseljen O. Manual therapy and exercise therapy in patients with chronic low back pain: a randomized, controlled trial with 1-year follow-up. *Spine* 2003; 28: 525-31.

- 12 - Bakhtiary AH, Safavi-Farokhi Z, Rezasoltani A. Lumbar stabilizing exercises improve activities of daily living in patients with lumbar disc herniation. *J Back Musc Rehabil* 2005; 18: 55-60.
- 13 - Bendix AF, Bendix T, Ostensfeld S, Bush E, Andersen A. Active treatment programs for patients with chronic low back pain: a prospective, randomized, observer-blinded study. *Eur Spine J* 1995; 4: 148-52.
- 14 - Bendix AF, Bendix T, Lund C, Kirkbak S, Ostensfeld S. Comparison of three intensive programs for chronic low back pain patients: a prospective, randomized, observer-blinded study with one-year follow-up. *Scand J Rehabil Med* 1997; 29: 81-9.
- 15 - Bendix AF, Bendix T, Labriola M, Boekgaard P. Functional restoration for chronic low back pain. Two-year follow-up of two randomized clinical trials. *Spine* 1998; 23: 717-25.
- 16 - Bendix T, Bendix A, Labriola M, Haestrup C, Ebbenhøj N. Functional restoration versus outpatient physical training in chronic low back pain: a randomized comparative study. *Spine* 2000; 25: 2494-500.
- 17 - Bentsen H, Lindgärde F, Manthorpe R. The effect of dynamic strength back exercise and/or a home training program in 57-year-old women with chronic low back pain. Results of a prospective randomized study with a 3-year follow-up period. *Spine* 1997; 22: 1494-500.
- 18 - Bronfort G, Goldsmith CH, Nelson CF, Boline PD, Anderson AV. Trunk exercise combined with spinal manipulative or NSAID therapy for chronic low back pain: a randomized, observer-blinded clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther* 1996; 19: 570-82.
- 19 - Buswell J. Low back pain: a comparison of two treatment programmes. *N Z J Physiotherapy* 1982; 10: 13-7.
- 20 - Calmels P, Jacob JF, Fayolle-Minon I, Charles C, Bouchet JP, Rimaud D et al. [Use of isokinetic techniques vs standard physiotherapy in patients with chronic low back pain. Preliminary results]. *Ann Readapt Med Phys* 2004; 47: 20-7.
- 21 - Carr JL, Klaber Moffett JA, Howarth E, Richmond SJ, Torgerson DJ, Jackson DA et al. A randomized trial comparing a group exercise programme for back pain patients with individual physiotherapy in a severely deprived area. *Disability Rehabil* 2005; 27: 929-37.
- 22 - Celestini M, Marchese A, Serenelli A, Graziani G. A randomized controlled trial on the efficacy of physical exercise in patients braced for instability of the lumbar spine. *Eura Medicophys* 2005; 41: 223-31.
- 23 - Cherkin DC, Deyo RA, Battié M, Street J, Barlow W. A comparison of physical therapy, chiropractic manipulation and provision of an educational booklet for the treatment of patients with low back pain. *N Engl J Med* 1998; 339: 1021-9.

- 24 - Chok B, Lee R, Latimer J, Tan SB. Endurance training of the trunk extensor muscles in people with subacute low back pain. *Phys Ther* 1999; 79: 1032-42.
- 25 - Dalichau S, Scheele K. [Effects of elastic lumbar belts on the effect of a muscle training program for patients with chronic back pain]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2000; 138: 8-16.
- 26 - Davies JE, Gibson T, Tester L. The value of exercises in the treatment of low back pain. *Rheumatol Rehabil* 1979;18: 243-7.
- 27 - Delitto A, Cibulka MT, Erhard RE, Bowling RW, Tenhula JA. Evidence for use of an extension-mobilization category in acute low back syndrome: a prescriptive validation pilot study. *Phys Ther* 1993; 73: 216-28.
- 28 - Descarreaux M, Normand MC, Laurencelle L, Dugas C. Evaluation of a specific home exercise program for low back pain. *J Manipulative Physiol Ther* 2002; 25: 497-503.
- 29 - Deyo RA, Walsh NE, Martin DC, Schoenfeld LS, Ramamurthy S. A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and exercise for chronic low back pain. *N Engl J Med* 1990; 322: 1627-34.
- 30 - Elnaggar IM, Nordin M, Sheikhzadeh A, Parnianpour M, Kahanovitz N. Effects of spinal flexion and extension exercises on low-back pain and spinal mobility in chronic mechanical low-back pain patients. *Spine* 1991; 16: 967-72.
- 31 - Evans C, Gilbert JR, Taylor W, Hildebrand A. A randomized controlled trial of flexion exercises, education, and bed rest for patients with acute low back pain. *Physiother Can* 1987; 39: 96-101.
- 32 - Faas A, Chavannes AW, van Eijk JT, Gubbels JW. A randomized, placebo-controlled trial of exercise therapy in patients with acute low back pain. *Spine* 1993; 18: 1388-95.
- 33 - Faas A, van Eijk JT, Chavannes AW, Gubbels JW. A randomized trial of exercise therapy in patients with acute low back pain. Efficacy on sickness absence. *Spine* 1995; 20: 941-7.
- 34 - Fairbank J, Frost H, Wilson-MacDonald J, Yu L-M, Barker K, Collins R Spine Stabilization Trial Group. Randomised controlled trial to compare surgical stabilisation of the lumbar spine with and intensive rehabilitation programme for patients with chronic low back pain: the MRC spine stabilisation trial. *BMJ* 2005; 330: 1233. doi: 10.1136/bmj.38441.620417.BF (publicado el 23 5 2005).
- 35 - Farrell JP, Twomey LT. Acute low back pain. Comparison of two conservative treatment approaches. *Med J Aust* 1982; 1: 160-4.

- 36 - Friedrich M, Gittler G, Arendasy M, Friedrich KM. Long-term effect of a combined exercise and motivational program on the level of disability of patients with chronic low back pain. *Spine* 2005; 30: 995-1000.
- 37 - Frost H, Klaber Moffett JA, Moser JS, Fairbank JC. Randomised controlled trial for evaluation of fitness programme for patients with chronic low back pain. *BMJ* 1995; 310: 151-4.
- 38 - Frost H, Lamb SE, Doll HA, Carver PT, Stewart-Brown S. Randomised controlled trial of physiotherapy compared with advice for low back pain. *BMJ* 2004; 329: 708. doi: 10.1136/bmj.38216.868808.7C (publicado el 17 9 2004).
- 39 - Frost H, Lamb SE, Klaber Moffett JA, Fairbank JC, Moser JS. A fitness programme for patients with chronic low back pain: 2-year follow-up of a randomised controlled trial. *Pain* 1998; 75: 273-9.
- 40 - Galantino ML, Bzdewka TM, Eissler-Russo JL, Holbrook ML, Mogck EP, Geigle P et al. The impact of modified hatha yoga on chronic low back pain: A pilot study. *Alternative Ther Health Med* 2004; 10: 56-9.
- 41 - Garshasbi A, Faghih Zadeh S. The effect of exercise on the intensity of low back pain in pregnant women. *Int J GynaecoL Obst* 2005; 88 :271-5.
- 42 - Geisser ME, Wiggert EA, Haig AJ, Colwell MO. A randomized, controlled trial of manual therapy and specific adjuvant exercise for chronic low back pain. *Clin J Pain* 2005; 21: 463-70.
- 43 - Gilbert JR, Taylor DW, Hildebrand A, Evans C. Clinical trial of common treatments for low back pain in family practice. *BMJ* 1985; 291: 791-4.
- 44 - Glomsrød B, Lønn JH, Soukup MG, Bø K, Larsen S. "Active back school", prophylactic management for low back pain: three-year follow-up of a randomized, controlled trial. *J Rehabil Med* 2001; 33: 26-30.
- 45 - Gur A, Karakoc M, Cevik R, Nas K, Sarac AJ, Karakoc M. Efficacy of low power laser therapy and exercise on pain and functions in chronic low back pain. *Lasers Surg Med* 2003; 32: 233-8.
- 46 - Hansen FR, Bendix T, Skov P, Jensen CV, Kristensen JH, Krohn L et al. Intensive, dynamic back-muscle exercises, conventional physiotherapy or placebo-control treatment of low-back pain. A randomized, observer-blind trial. *Spine* 1993; 18: 98-108.
- 47 - Hemmilä HM, Keinänen-Kiukaanniemi SM, Levoska S, Puska P. Does folk medicine work? A randomized clinical trial on patients with prolonged back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 571-7.
- 48 - Hemmilä HM, Keinänen-Kiukaanniemi SM, Levoska S, Puska P. Long-term effectiveness of bone-setting, light exercise therapy and physiotherapy for prolonged back pain: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2002; 25: 99-104.

- 49 - Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine* 2001; 26: 243-8.
- 50 - Hildebrandt VH, Proper KI, van den Berg R, Douwes M, van den Heuvel SG, van Buuren S. [Cesar therapy is temporarily more effective in patients with chronic low back pain than the standard treatment by family practitioner: randomized, controlled and blinded clinical trial with 1 year follow-up]. *Ned Tijdschr Geneesk* 2000; 144: 2258-64.
- 51 - Hurwitz EL, Morgenstern H, Chiao C. Effects of recreational physical activity and back exercises on low back pain and psychological distress: findings from the UCLA Low Back Pain Study. *Am J Public Health* 2005; 95: 1817-24.
- 52 - Johannsen F, Remvig L, Kryger P, Beck P, Warming S, Lybeck K et al. Exercises for chronic low back pain: a clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995; 22: 52-9.
- 53 - Jousset N, Fanello S, Bontoux L, Dubus V, Billabert C, Vielle B, et al. Effects of functional restoration versus 3 hours per week physical therapy: a randomized controlled study. *Spine* 2004; 29: 487-93.
- 54 - Kääpä EH, Frantsi K, Sarna S, Malmivaara A. Multidisciplinary group rehabilitation versus individual physiotherapy for chronic low back pain. A randomized trial. *Spine* 2006; 31: 371-6.
- 55 - Kankaanpää M, Taimela S, Airaksinen O, Hänninen O. The efficacy of active rehabilitation in chronic low back pain. Effect on pain intensity, self-experienced disability, and lumbar fatigability. *Spine* 1999; 24:1034-42.
- 56 - Kendall PH, Jenkins JM. Exercises for backache: a double-blind controlled trial. *Physiotherapy* 1968; 54:154-7.
- 57 - Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Supplementation of general endurance exercise with stabilisation training versus general exercise only. Physiological and functional outcomes of a randomised controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Clin Biomech* 2005; 20: 474-82.
- 58 - 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: 209-25.
- 59 - Kuukkanen TM, Mälkiä EA. An experimental controlled study on postural sway and therapeutic exercise in subjects with low back pain. *Clin Rehabil* 2000; 14: 192-202.
- 60 - Lewis JS, Hewitt JS, Billington L, Cole S, Byng J, Karayiannis S. A randomized clinical trial comparing two physiotherapy interventions for chronic low back pain. *Spine* 2005; 30: 711-21.
- 61 - Lidström A, Zachrisson M. Physical therapy on low back pain and sciatica. An attempt at evaluation. *Scand J Rehabil Med* 1970; 2: 37-42.

- 62 - Lie H, Frey S. [Mobilizing or stabilizing exercise in degenerative disk disease in the lumbar region?]. *Tidsskr Nor Laegeforen* 1999; 119: 2051-3.
- 63 - Lindström I, Ohlund C, Eek C, Wallin L, Peterson LE, Fordyce WE et al. The effect of graded activity on patients with subacute low back pain: a randomized prospective clinical study with an operant-conditioning behavioral approach. *Phys Ther* 1992; 72: 279-90.
- 64 - Lindström I, Ohlund C, Eek C, Wallin L, Peterson LE, Nachemson A. Mobility, strength, and fitness after a graded activity program for patients with subacute low back pain. A randomized prospective clinical study with a behavioral therapy approach. *Spine* 1992; 17: 641-52.
- 65 - Ljunggren AE, Weber H, Kogstad O, Thom E, Kirkesola G. Effect of exercise on sick leave due to low back pain. A randomized, comparative, long-term study. *Spine* 1997; 22: 1610-6.
- 66 - Long A, Donelson R, Fung T. Does it matter which exercise. A randomized control trial of exercise in low back pain. *Spine* 2004; 29: 2593-602.
- 67 - Lønn JH, Glomsrød B, Soukup MG, Bø K, Larsen S. Active back school: prophylactic management for low back pain. A randomized, controlled, 1-year follow-up study. *Spine* 1999; 24: 865-71.
- 68 - Malmivaara A, Häkkinen U, Aro T, Heinrichs ML, Koskenniemi L, Kuosma E et al. The treatment of acute low back pain—bed rest, exercises, or ordinary activity? *N Engl J Med* 1995; 332: 351-5.
- 69 - Manniche C, Hesselsøe G, Bentzen L, Christensen I, Lundberg E. Clinical trial of intensive muscle training for chronic low back pain. *Lancet* 1988; 2: 1473-6.
- 70 - Manniche C, Lundberg E, Christensen I, Bentzen L, Hesselsøe G. Intensive dynamic back exercises for chronic low back pain: a clinical trial. *Pain* 1991; 47: 53-63.
- 71 - Mannion AF, Müntener M, Taimela S, Dvorak J. A randomized clinical trial of three active therapies for chronic low back pain. *Spine* 1999; 24: 2435-48.
- 72 - Mannion AF, Junge A, Taimela S, Müntener M, Lorenzo K, Dvorak J. Active therapy for chronic low back pain: part 3. Factors influencing self-rated disability and its change following therapy. *Spine* 2001; 26: 920-9.
- 73 - Mannion AF, Müntener M, Taimela S, Dvorak J. Comparison of three active therapies for chronic low back pain: results of a randomized clinical trial with one year follow-up. *Rheumatology (Oxford)* 2001; 40: 772-8.
- 74 - Mayer JM, Ralph L, Look M, Erasala GN, Verna JL, Matheson LN et al. Treating acute low back pain with continuous low-level heat wrap therapy and/or exercise: a randomized controlled trial. *Spine* 2005; 5: 395-403.

- 75 - Moffett JK, Torgerson D, Bell-Syer S, Jackson D, Llewlyn-Phillips H, Farrin A et al. Randomised controlled trial of exercise for low back pain: clinical outcomes, costs, and preferences. *BMJ* 1999; 319: 279-83.
- 76 - Moseley L. Combined physiotherapy and education is efficacious for chronic low back pain. *Aust J Physiother* 2002; 48: 297-302.
- 77 - Niemistö L, Lahtinen-Suopanki T, Rissanen P, Lindgren KA, Sarna S, Hurri H. A randomized trial of combined manipulation, stabilizing exercises and physician consultation compared to physician consultation alone for chronic low back pain. *Spine* 2003; 28: 2185-91.
- 78 - Niemisto L, Sarna S, Lahtinen-Suopanki T, Lindgren KA, Hurri H. Predictive factors for 1-year outcome of chronic low back pain following manipulation, stabilizing exercises, and physician consultation or physician consultation alone. *J Rehabil Med* 2004; 36: 104-9.
- 79 - Petersen T, Kryger P, Ekdahl C, Olsen S, Jacobsen S. The effect of McKenzie therapy as compared with that of intensive strengthening training for the treatment of patients with subacute or chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Spine* 2002; 27: 1702-9.
- 80 - Preyde M. Effectiveness of massage therapy for subacute low-back pain: a randomized controlled trial. *Can Med Assoc J.* 2000; 162: 1815-20.
- 81 - Rasmussen-Barr E, Nilsson-Wikmar L, Arvidsson I. Stabilizing training compared with manual treatment in sub-acute and chronic low-back pain. *Man Ther* 2003; 8: 233-41.
- 82 - Risch SV, Norvell NK, Pollock ML, Risch ED, Langer H, Fulton M et al. Lumbar strengthening in chronic low back pain patients. Physiologic and psychological benefits. *Spine* 1993; 18: 232-8.
- 83 - Rittweger J, Just K, Kautzsch K, Reeg P, Felsenberg D. Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise: a randomized controlled trial. *Spine* 2002; 27: 1829-34.
- 84 - Seferlis T, Nemeth G, Carlsson AM, Gillstrom P. Conservative treatment in patients sick-listed for acute low-back pain: a prospective randomised study with 12 months' follow-up. *Eur Spine J* 1998; 7: 461-70.
- 85 - Shaughnessy M, Caulfield B. A pilot study to investigate the effect of lumbar stabilisation exercise training on functional ability and quality of life in patients with chronic low back *pain*. *Int J Rehabil Res* 2004; 27: 297-301.
- 86 - Sherman KJ, Cherkin DC, Erro J, Migglorretti DL, Deyo RA. Comparing yoga, exercise and a self-care book for chronic low back pain. A randomised, controlled trial. *Ann Intern Med* 2005; 143: 849-56.

- 87 - Soukup MG, Glomsröd B, Lönn JH, Bö K, Larsen S. The effect of a Mensendieck exercise program as secondary prophylaxis for recurrent low back pain. A randomized, controlled trial with 12-month follow-up. *Spine* 1999; 24: 1585-91.
- 88 - Soukup MG, Lönn J, Glomsröd B, Bö K, Larsen S. Exercises and education as secondary prevention for recurrent low back pain. *Physiother Res Int* 2001; 6: 27-39.
- 89 - Staal JB, Hlobil H, Twisk JW, Smid T, Köke AJ, van Mechelen W. Graded activity for low back pain in occupational health care: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2004; 140: 77-84.
- 90 - Stankovic R, Johnell O. Conservative treatment of acute low-back pain. A prospective randomized trial: McKenzie method of treatment versus patient education in "mini back school". *Spine* 1990; 15: 120-3.
- 91 - Stankovic R, Johnell O. Conservative treatment of acute low back pain. A 5-year follow-up study of two methods of treatment. *Spine* 1995; 20: 469-72.
- 92 - Storheim K, Brox JI, Holm I, Koller AK, Bø K. Intensive group training versus cognitive intervention in sub-acute low back pain: short-term results of a single-blind randomized controlled trial. *J Rehabil Med* 2003; 35: 132-40.
- 93 - Torstensen TA, Ljunggren AE, Meen HD, Odland E, Mowinckel P, Geijerstam S. Efficiency and costs of medical exercise therapy, conventional physiotherapy, and self-exercise in patients with chronic low back pain. A pragmatic, randomized, single-blinded, controlled trial with 1-year follow-up. *Spine* 1998; 23: 2616-24.
- 94 - Tritilanunt T, Wajanavisit W. The efficacy of an aerobic exercise and health education program for treatment of chronic low back pain. *J Med Assoc Thai* 2001; 84 (Suppl 2): S528-33.
- 95 - Turner JA, Clancy S, McQuade KJ, Cardenas DD. Effectiveness of behavioural therapy for chronic low back pain: a component analysis. *J Consult Clin Psychol* 1990; 58: 573-9.
- 96 - Underwood MR, Morgan J. The use of a back class teaching extension exercises in the treatment of acute low back pain in primary care. *Fam Pract* 1998; 15: 9-15.
- 97 - Wand BM, Bird C, McAuley JH, Dore CJ, MacDowell M, De Souza LH. Early intervention for the management of acute low back pain: a single-blind randomized controlled trial of biopsychosocial education, manual therapy, and exercise. *Spine* 2004; 29: 2350-6.
- 98 - Waterworth RF, Hunter IA. An open study of diflunisal, conservative and manipulative therapy in the management of acute mechanical low back pain. *N Z Med J* 1985; 98: 372-5.
- 99 - Wright A, Lloyd-Davies A, Williams S, Ellis R, Strike P. Individual active treatment combined with group exercise for acute and subacute low back pain. *Spine* 2005; 30: 1235-41.

- 100 - Yelland MJ, Glasziou PP, Bogduk N, Schluter PJ, McKernon M. Prolotherapy injections, saline injections, and exercises for chronic low-back pain: a randomized trial. *Spine* 2004; 29: 9-16.
- 101 - Yeung CK, Leung MC, Chow DH. The use of electro-acupuncture in conjunction with exercise for the treatment of chronic low-back pain. *J Altern Complement Med* 2003; 9: 479-90.
- 102 - Yozbatiran N, Yildirim Y, Parlak B. Effects of fitness and aquafitness exercises on physical fitness in patients with chronic low back pain. *Pain Clin* 2004; 16: 35-42.
- 103 - Zylbergold RS, Piper MC. Lumbar disc disease: comparative analysis of physical therapy treatments. *Arch Phys Med Rehabil* 1981; 62: 176-9.
- 104 - 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: E670-81.
- 105 - Chatzitheodorou D, Kabitsis C, Malliou P, Mougios V. A pilot study of the effects of high-intensity aerobic exercise versus passive interventions on pain, disability, psychological strain and serum cortisol concentrations in people with chronic low back pain. *Phys Ther* 2007; 87: 304-12.
- 106 - Donzelli S, Di Domenica E, Cova AM, Galletti R, Giunta N. Two different techniques in the rehabilitation treatment of low back pain: a randomized controlled trial. *Eura Medicophys* 2006; 42: 205-10.
- 107 - Goldby LJ, Moore AP, Doust J, Trew ME. A randomized controlled trial investigating the efficiency of musculoskeletal physiotherapy on chronic low back disorder. *Spine* 2006; 31:1063-93.
- 108 - Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-weeks proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility and functional performance in women with chronic low back pain. *Phys Ther* 2006; 86: 1001-12.
- 109 - Machado LA, Azevedo DC, Capanema MB, Neto TN, Cerceau DM. Client-centered therapy for chronic low back pain: a pilot randomized controlled trial in Brazil. *Pain Med* 2007; 8: 251-8.
- 110 - Morkwed S, Salvesen KA, Schei B, Lydersen S. Does group training during pregnancy prevent lumbopelvic pain ? A randomized clinical trial. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2007; 86: 276-82.
- 111 - Rydeard R, Leger A, Smith D. Pilates-based therapeutic exercise: effect on subjects with non-specific low back pain and functional disability: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006; 36: 472-84.
- 112 - Suni J, Rinne M, Natri A, Statistisian MP, Parkkari J, Alaranta H. 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; E611-21.
- 113 - Vad VB, Bhat AL, Tarabichi Y. The role of the *Back Rx* exercise program in diskogenic low back pain: a prospective randomized trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 577-82.

- 114 - Koes BW, Bouter LM, Beckerman H, van der Heijden GJ, Knipschild PG. Physiotherapy exercises and back pain: a blinded review. *BMJ* 1991; 302: 1572-6.
- 115 - Beckerman H, Bouter LM, van der Heijden GJ, De Bie RA, Koes BW. Efficacy of physiotherapy for musculoskeletal disorders: what can we learn from research ?. *Br J Gen Pract* 1993; 43: 73-7.
- 116 - Evans G, Richards S. Report on low back pain: An evaluation of therapeutics interventions. University of Bristol, Health Care Evaluation Unit. 1996.
- 117 - Faas A, Battie MC, Malmivaara A. Exercises. Which ones are worth trying, for which patients and when ?. *Spine* 1996; 21: 2874-9.
- 118 - Scheer SJ, Watanabe TK, Radack KL. Randomized controlled trials in industrial low back pain. Part 3. Subacute/chronic pain interventions. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 414-23.
- 119 - van Tulder MW, Koes BW, Bouter LM. Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain. A systematic review of randomized controlled trials of the most common interventions. *Spine* 1997; 22: 2128-56.
- 120 - Hilde G, Bo K. Effect of exercise in the treatment of chronic low back pain: a systematic review emphasising type and dose of exercise. *Phys Ther Rev* 1998; 3: 107-17.
- 121 - Abenhaim L, Rossignol M, Valat JP, Nordin M, Avouac B, Blotman F et al. The role of activity in the therapeutic management of low back pain. Report of the International Task Force on back pain. *Spine* 2000; 25 (suppl): 1-33S.
- 122 - van Tulder MW, Malmivaara A, Esmail R, Koes BW. Exercise therapy for low back pain. A systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine* 2000; 25: 2784-96.
- 123 - Pengel HM, Maher CG, Refshauge KM. Systematic review of conservative interventions for subacute low back pain. *Clin Rehabil* 2002; 16: 811-20.
- 124 - Ernst E, Canter PH. The Alexander technique: a systematic review of controlled clinical trials. *Forschende Komplementarmedizin und Klassische Naturheilkunde* 2003; 10: 325-9.
- 125 - Liddle SA, Baxter GD, Gracey J. Exercise and chronic low back pain: what works ?. *Pain* 2004; 107: 176-90.
- 126 - Kool J, de Bie R, Oesch P, Knüsel O, van den Brandt P, Bachmann S. Exercise reduces sick leave in patients with non-acute non-specific low back pain: a meta-analysis. *J Rehabil Med* 2004; 36: 49-62.

- 127 - Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara A, Koes BW. Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. [update of Cochrane Database Syst Rev. 2000;(2):CD000335; PMID: 10796344]. The Cochrane Database of Systematic Reviews 2005, Issue 3. DOI: 10.1002/14651858.CD000335. pub2.
- 128 - Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara A, Koes BW. Meta-analysis: exercise therapy for non-specific low back pain. *Ann Intern Med* 2005; 142: 765-75.
- 129 - 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: 776-85.
- 130 - Slade SC, Ther MM, Keating JL. Trunk-strengthening exercises for chronic low back pain: a systematic review. *J Manipulative Physiol Ther* 2006; 29: 163-73.
- 131 - Clare HA, Adams R, Maher CG. A systematic review of efficacy of McKenzie therapy for spinal pain. *Aust J Physiother* 2004; 50: 209-16.
- 132 - Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG, Herbert RD, Refshauge K. Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: a systematic review. *Aust J Physiother* 2006; 52: 79-88.
- 133 - Machado LAC, von Sperling de Souza M, Ferreira PH, Ferreira ML. The McKenzie method for low back pain. A systematic review of the literature with a meta-analysis approach. *Spine* 2006; 31: E254-62.
- 134 - Nordin M, Campello M. Physical therapy: exercises and the modalities: when, what, and why? *Neurol Clin* 1999;17: 75-89.
- 135 - Maher CG. Effective physical treatment for chronic low back pain. *Orthop Clin North Am* 2004; 35: 57-64.
- 136 - Nordin M, Balagué F, Cedraschi C. Nonspecific lower-back pain. Surgical versus non surgical treatment. *Clin Orthop* 2006; 443: 156-67.
- 137 - Awad JN, Moskovich R. Lumbar disk herniations. Surgical versus nonsurgical treatments. *Clin Orthop* 2006; 443: 183-97.
- 138 - Bhangava A, Gebb D, Ludwig S, De Palma MJ. Physical therapy for low back pain. *Curr Opin Orthop* 2006; 17: 199-207.
- 139 - Dugan SA. The role of exercise in the prevention and management of acute low back pain. *Clin Occup Environ Med* 2006; 5: 615-32.
- 140 - Rainville J, Hartigan C, Martinez E, Limke J, Jouve C, Finno M. Exercise as a treatment for chronic low back pain. *Spine J* 2004; 4: 106-15.

- 141- Kent P, Keating JL. Classification in nonspecific low back pain: what methods do primary care clinicians currently use ?. *Spine* 2005; 30: 1433-40.
- 142 - Fritz JM, Breenan GP, Clifford SN, Hunter SJ, Thackeray A. An examination of the reliability of a classification algorithm for subgrouping patients with low back pain. *Spine* 2006; 31: 77-82.
- 143 - Wessels T, van Tulder M, Sigl T, Ewert T, Limm H, Stucki G. What predicts outcome in non-operative treatments of chronic low back pain ?. A systematic review. *Eur J Spine* 2006; 15: 1633-44.
- 144 - 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: 1753-62.
- 145 - O'Sullivan PB, Phytty GD, Twoney LT, Allison GT. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine* 1997; 22: 2959-67.
- 146 - Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: core concepts and current literature, part 1. *Am J Phys Med Rehabil* 2005; 84: 473-80.
- 147 - Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: a review of core concepts and current literature, part 2. *Am J Phys Med Rehabil* 2007; 86:72-80.
- 148 - Critchley DJ, Coutts FJ. Abdominal muscle function in chronic low back pain patients. Measurements with real-time ultrasound scanning. *Physiotherapy* 2002; 88: 322-32.
- 149 - MacDonald DA, Moseley GL, Hodges PW. The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs ?. *Man Ther* 2006; 11: 254-63.
- 150 - Grenier SG, McGill SM. Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88:54-62.
- 151 - Teyhen DS, Flynn TW, Childs JD, Abraham LD. Arthrokinematics in a subgroup of patients likely to benefit from a lumbar stabilization exercise program. *Phys Ther* 2007; 87: 313-25.
- 152 - García Pérez F, Alcántara Bumbiedro S. Importancia del ejercicio físico en el tratamiento del dolor lumbar inespecífico. *Rehabilitación (Madr)* 2003; 37: 323-32.
- 153 - McKenzie RA. *The lumbar spine: mechanical diagnosis and therapy*. Waikanaie, Nueva Zelanda: Spinal Publications Limited; 1989.
- 154 - van Tulder MW, Waddel G. Introduction. Evidence-based medicine for non-specific low back pain. *Best Pract Res Clin Rheum* 2005; 19: vii-ix.
- 155 - 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.

- 156 - Mannion A, Taimela S, Muntener M, Dvorak J. Active therapy for chronic low back pain. Part 1. Effects on back muscle activation, fatigability and strength. *Spine* 2001; 26: 897-908.
- 157 - Cohen I, Rainville J. Aggressive exercise as treatment for chronic low back pain. *Sports Med* 2002; 32: 75-82.
- 158 - Kell RT, Bhambhani Y. In vivo erector spinae muscle blood volume and oxygenation measures during repetitive incremental lifting and lowering in chronic low back pain participants. *Spine* 2006; 31: 2630-7.
- 159 - Cole MH, Grimshaw PN. Electromyography of the trunk and abdominal muscles in golfers with and without low back pain. *J Sci Med Sport* 2007, doi :10.1016/j.jsams.2007.02.006
- 160 - Demoulin C, Crielaard J-M, Vanderthommen M. Spinal muscle evaluation in healthy individuals and low-back-pain patients: a literature review. *J Bone Spine* 2007; 74: 9-13.
- 161 - Kang CH, Shin MJ, Kim SM, Lee SH, Lee C-S. MRI of paraspinal muscles in lumbar degenerative kyphosis patients and control patients with low back pain. *Clin Radiol* 2007; 62: 479-486.
- 162 - Renkawitz T, Boluki D, Grifka J. The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *Spine J* 2006; 6: 673-83.
- 163 - Kjaer P, Bendix T, Sorensen JS, Korsholm L, Leboeuf-Yde C. Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain?. *BMC Medicine* 2007; 5: 2 doi: 10.1186/1741-7015-5-2.
- 164 - Verbunt JA, Seelen HA, Vlaeyen JW, van der Heijden GJ, Heuts PH, Pons K et al. Disuse and deconditioning in chronic low back pain: concepts and hypotheses on contributing mechanisms. *Eur J Pain* 2003; 7: 9-21.
- 165 - Kankaanpää M, Colier WM, Taimela S, Anders C, Airaksinen O, Kokko-Aro SM et al. Back extensor muscle oxygenation and fatigability in healthy subjects and low back pain patients during dynamic back extension exertion. *Pathophysiology* 2005; 12: 276-3.
- 166 - Marshall P, Murphy B. Changes in the flexion relaxation response following an exercise intervention. *Spine* 2006; 23: E877-83.
- 167 - Sowa GA, Agarwal S. Motion exerts a protective effect on intervertebral discs: *Am J Phys Med Rehabil* 2006; 85: 246-7.
- 168 - Alexandre NM, Nordin M, Hiebert R, Campello M. Predictors of compliance with short-term treatment among patients with back pain. *Rev Panam Salud Pública* 2002; 12: 86-94.
- 169 - Mailloux J, Finno M, Rainville J. Long term exercise adherence in the elderly with chronic low back pain. *Am J Phys Med Rehabil* 2006; 85: 120-6.

- 170 - Frost H. Back to fitness programme. The manual for physiotherapists to set up the classes. *Physiotherapy* 2000; 86: 295-305.
- 171 - Taylor NF, Dodd KJ, Daminano DL. Progressive resistance exercise in physical therapy: a summary of systematic reviews. *Phys Ther* 2005; 85: 1208-223.
- 172 - Verna JL, Mayer JM, Mooney V, Pierra EA, Robertson VL, Graves JE. Back extension endurance and strength. The effect of variable-angle Roman Chair exercise training. *Spine* 2002; 27: 1772-7.
- 173 - Escamilla RF, McTaggart MSC, Fricklas EJ, DeWitt R, Kelleher P, Taylor MK et al. An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006; 36: 45-57.
- 174 - Benson ME, Smith DR, Bybee RF. The muscle activation of the erector spinae during hiperextension with and without pelvic restrained. *Phys Ther Sports* 2002; 3: 165-74.
- 175 - Drake JDM, Fischer SL, Brown SHM, Callaghan JP. Do exercise balls provide a training advantage for trunk extensor exercises ?. A biomechanical evaluation. *J Manipulative Physiol Ther* 2006; 29: 354-62.
- 176 - Granath AB, Hellgren MS, Gunnarsson RK. Water aerobics reduces sick leave due to low back pain during pregnancy. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 2006; 35: 465-71.
- 177 - Hongo M, Itoi E, Sinaki M, Shimada Y, Miyakoshi N, Okada K. Effects of reducing resistance, repetitions, and frequency of back strengthening exercise in healthy young women: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 1299-303.
- 178 - Mayer JM, Graves JE, Clark BC, Formikell M, Ploutz-Snyder LL. The use of magnetic resonance imaging to evaluate lumbar muscle activity during trunk extension exercise at varying intensities. *Spine* 2005; 30: 2556-63.
- 179 - Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HD, Del Toro YD, Pulliam JN, Childs JD et al. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35: 346-55.
- 180 - Hubley-Kozey CL. Training the abdominal musculature. *Physiother Can* 2005; 57:5-17.
- 181 - Konrad P, Schmitz K, Denner A. Neuromuscular evaluation of trunk-training exercises. *J Athl Train* 2001; 36: 109-18.
- 182 - Axler CT, McGill SM. Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 804-11.
- 183 - Gardner-Morse MG, Stokes IA. The effects of abdominal muscle coactivation on lumbar spine stability. *Spine* 1998; 23: 86-91.

- 184 - Urquhart DM, Hodges PW, Allen TJ, Story IH. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther* 2005; 10: 144-53.
- 185 - Arokoski JPA, Valta T, Kankaanpää M, Airaksinen O. Activation of paraspinal and abdominal muscles during manually assisted and nonassisted therapeutic exercises. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: 326-35.
- 186 - Henry SM, Westervelt KC. The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercise to healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35: 338-45.
- 187 - Clark BC, Manini TM, Mayer JM, Ploutz-Snyder LL, Graves JE. Electromyographic activity of the lumbar and hip extensors during dynamic trunk extension exercise. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1547-52.
- 188 - Clark BC, Manini TD, Ploutz-Snyder LL. Derecruitment of the lumbar musculature with fatiguing trunk extension exercise. *Spine* 2003; 28: 282-7.
- 189 - Graves JE, Pollock ML, Foster D, Leggett SH, Carpenter DM, Vouso R et al. Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. *Spine* 1990; 15: 5004-9.
- 190 - Vicent KR, Braith RW, Vicent HK. Influence of resistance exercise on lumbar strength in older, overweight adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 383-9.
- 191 - Vleeming A, Pool-Goudzward AL, Stoeckert R, van Wingerden JP, Snijders CJ. The posterior layer of the thoracolumbar fascia: its function in load transfer from spine to legs. *Spine* 1995; 20: 753-8.
- 192 - Chiarello CM, Savidge R. Interrater reliability of the Cybex EDI-320 and fluid goniometer in normals and patients with low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 32-7.
- 193 - Mayer T, Pope P, Tabor J, Bovasso, E, Gatchel R. Physical progress and residual impairment quantification after functional restoration. Part I: Lumbar mobility. *Spine* 1994; 18: 389-94.
- 194 - American College of Sports Medicine (ACSM). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 6th ed. Philadelphia, PA. Lippincott, Williams and Wilkins. 2000.
- 195 - Bousema EJ, Verbunt JA, Seelen HAM, Vlaeyen JWS, Knottnerus JA. Disuse and physical deconditioning in the first year after the onset of back pain. *Pain* 2007, doi:10.1016/j.pain.2007.03.024
- 196 - Mortimer M, Pernold G, Wiktorin C. Low back pain in a general population. Natural. Course and influence of physical exercise. A 5-year follow-up of the Musculoskeletal Intervention Center-Norrköping Study. *Spine* 2006; 31: 3045-51.