

INFLUENCIA DE UN PROTOCOLO ESPECÍFICO DE POTENCIACIÓN DE LA MUSCULATURA LUMBAR Y ACCESORIA CON EQUIPAMIENTO MEDX SOBRE PACIENTES CON DOLOR LUMBAR CRÓNICO

Carlos Binder Micó^a y Carlos Villarón Casales^b

Fechas de recepción y aceptación: 2 de abril de 2013, 24 de abril de 2013

Resumen: El dolor lumbar crónico supone uno de los problemas médicos más frecuentes y costosos en la sociedad occidental adulta. Entre el 70% y el 85% ha sufrido un episodio de dolor de espalda en algún momento de su vida. Diversos estudios coinciden en que más del 80% de las lumbalgias son causadas por una debilidad de los músculos extensores y estabilizadores lumbares y no como consecuencia de lesiones estructurales. En el presente estudio se pretende analizar y aplicar un protocolo específico de potenciación de la musculatura lumbar y establecer su relación con la sintomatología, el rango de movimiento (ROM) y los niveles de fuerza isométrica lumbar. Para el desarrollo del protocolo de trabajo, se utilizó la máquina MedX Lumbar Extension, otro equipamiento de entrenamiento MedX y una escala EVA. Este estudio con 26 sujetos (15 hombres y 11 mujeres) dio como resultado un aumento del ROM del 15%, una disminución de la EVA del 81% y se incrementó la fuerza lumbar un 130%.

Palabras clave: dolor lumbar crónico, fuerza muscular, debilidad muscular, inestabilidad segmentaria, extensión lumbar, rehabilitación de columna, fuerza lumbar isométrica.

Abstract: Chronic low back pain represents one of the most common and expensive health problems in adult western society. Between 70% and 85% of the population has experienced an episode of back pain at least once in some point of their life. Several

^a Centro Medical Exercise de Valencia.

Correspondencia: Medical Exercise Valencia, Paseo Pechina, 28-29 bajos. 46008 Valencia. España.

E-mail: carlosbinder@medical-exercise.com.

^b Facultad de Fisioterapia. Universidad Católica de Valencia "San Vicente Mártir".



studies agree that in more than 80% of the cases of back pain, the problem is due to a weakness of the lumbar extensor and stabilizer muscles rather than to structural injuries. The present study aims to analyze and implement a specific muscle strengthening protocol for the lower back muscles in order to establish possible relationships with the symptomatology, the range of motion (ROM) and the isometric lumbar muscular strength. The equipment used for this protocol was the MedX Lumbar Extension machine, other MedX Exercise Equipment and a visual analogic scale (VAS). The outcome of this study with 26 subjects (15 men and 11 women) resulted in an 15% increase of the ROM, a decrease of the VAS by 81% and a growth of the lumbar strength of 130%.

Keywords: chronic low back pain, muscle strength, muscle weakness, segmental instability, lumbar extension, spinal rehabilitation, isometric lumbar strength.

INTRODUCCIÓN

El dolor lumbar crónico supone uno de los problemas médicos más frecuentes y costosos en la sociedad occidental adulta. Entre el 70 y el 85% ha sufrido un episodio de dolor de espalda en algún momento de su vida¹. La prevalencia anual oscila entre el 15 y el 45%. En el 90% de los casos, el dolor remite de manera espontánea entre las dos semanas y los tres meses^{2,3}. En el resto de los casos el dolor se convierte en crónico.

Varios autores coinciden en que no existe ningún tipo de correlación significativa entre el dolor de espalda y los hallazgos patológicos en los diagnósticos por imagen realizados por medio de radiografía, resonancia magnética o tomografía axial computarizada^{4,5,6}. En el 85% de los casos, no existen causas morfológicas demostrables. Este tipo de dolor sin causa definida se denomina *dolor de espalda no específico*⁷. Actualmente existe un consenso acerca de la importancia de la estabilidad de los segmentos móviles de la columna en la prevención de la aparición del dolor de espalda *no específico* y del papel determinante de la musculatura lumbar y abdominal. En este sentido, un modelo interesante procedente de la Universidad de Yale (Panjabi MM, 1992) propone la interacción de tres subsistemas relacionados entre ellos. El subsistema pasivo compuesto por las vértebras, los discos intervertebrales, las articulaciones facetarias y los ligamentos, el subsistema activo integrado por músculos y los tendones ubicados en torno a la columna vertebral y el subsistema de control que se compone de las vías nerviosas y de los diferentes receptores de retroalimentación. Una disfunción entre estos tres subsistemas llevará, en un alto porcentaje de los casos, a una inestabilidad de los segmentos móviles de la columna, a lesiones y sobre todo a dolor⁸. Existe un consenso de diversos autores



con esta teoría de Panjabi que relaciona los tres subsistemas: estructural, muscular y propioceptivo^{9,10,11,12,13}.

En el año 1982, el autor A. Melleby, ya apuntó a que más del 80% de las lumbalgias suceden a causa de una debilidad de los músculos extensores y estabilizadores lumbares y no como consecuencia de lesiones estructurales¹⁴.

D. Kader (2000) estudió la correlación entre la atrofia de los músculos multifidos valorada en RMN y el dolor crónico lumbar (DCL), ciático, síndrome radicular, dolor en miembros inferiores y degeneración de los discos vertebrales. Concluyó que el 80% de los pacientes con DCL muestran una atrofia de los músculos multifidos. Estableció la existencia de una correlación significativa entre la atrofia de los músculos multifidos y el dolor en miembros inferiores y la inexistencia de una correlación entre atrofia y degeneración del disco, radiculopatía o pinzamiento de la raíz nerviosa¹⁵.

Los objetivos generales del presente estudio son los siguientes:

1. Conocer la influencia de la aplicación de un protocolo específico de potenciación de la musculatura lumbar y de la musculatura accesoria sobre el colectivo de pacientes.
2. Determinar la relación existente entre la sintomatología del dolor percibido por parte de los pacientes y los principales parámetros de la fuerza muscular isométrica máxima lumbar.

Los objetivos específicos de este estudio son los siguientes:

1. Valorar los niveles de intensidad de dolor percibida por un grupo de pacientes con dolor lumbar crónico por medio de la escala visual analógica (EVA), antes y después de la realización del protocolo de intervención.
2. Conocer los niveles de fuerza muscular isométrica máxima lumbar a lo largo del rango de movimiento libre de dolor en un grupo de pacientes con dolor lumbar crónico antes y después de la realización del protocolo de intervención.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el presente estudio de campo, se emplearon herramientas para la valoración y el entrenamiento muscular, herramientas para la valoración de la intensidad del dolor percibida y material complementario de exploración clínica.



Equipamiento de valoración funcional muscular

Para la medición de la fuerza de los músculos extensores lumbares se empleó la máquina de valoración y potenciación de los músculos extensores lumbares, *Lumbar Extension* (LE) de la compañía americana *MedX Corporation*. Para realizar una medición y un entrenamiento fiable de la musculatura lumbar, se tuvo en cuenta una serie de consideraciones:

- Para la valoración funcional se fijaron la pelvis y los miembros inferiores.
- La fuerza producida por el peso del tronco, la cabeza y los miembros superiores por acción gravitatoria se contrarrestó usando un sistema de contrapeso.
- Todas las demás influencias de fuerzas no musculares se registraron en los resultados de las mediciones.
- La medición de la fuerza muscular se realizó de forma isométrica en diferentes posiciones estandarizadas a lo largo del rango de movimiento de la columna lumbar.
- Los niveles de fuerza obtenidos fueron correlacionados con la posición en la que fueron medidos. Los niveles de fuerza varían a lo largo del rango de movimiento¹⁶.

Teniendo presente estas observaciones, se pudieron estudiar los siguientes aspectos:

- La comparativa de los valores de fuerza muscular isométrica máxima de los sujetos con colectivos de referencia, asintomáticos, del mismo sexo y rango de edad, peso y estatura.
- Análisis de la movilidad libre de dolor de un grupo con dolor lumbar crónico antes y después de la realización del protocolo de intervención.
- Correlación existente entre la intensidad de dolor percibido valorada por medio de escala visual analógica (EVA) y los niveles de fuerza isométrica lumbar máxima en un grupo de pacientes con dolor lumbar, rango de movimiento libre de dolor en un grupo de pacientes con dolor lumbar crónico y los parámetros cualitativos de nivel y distribución de la fuerza isométrica lumbar máxima, el rango de movimiento libre de dolor en un grupo de pacientes con dolor lumbar crónico.

La característica fundamental de la LE es su sistema de fijación pélvica (figura 1) que permite una evaluación y potenciación selectiva de la musculatura extensora lumbar.

Mediante un sistema de contrapeso, se compensó la acción gravitatoria del peso del tronco, las extremidades superiores y la cabeza del paciente cuando este se encuentra en extensión o flexión de columna, venciendo hacia atrás o adelante respectivamente (figu-



ra 2). El sistema de contrapeso anula estos efectos permitiendo tanto una medición como un entrenamiento neto de la musculatura extensora lumbar. Sin la compensación de la fuerza gravitatoria, puede incurrirse en errores de medición de hasta el 25%¹⁷.

La máquina MedX Lumbar Extension tiene dos modos de trabajo, isométrico y dinámico. Para la valoración funcional de los extensores lumbares se empleó el modo isométrico.

Equipamiento de potenciación y entrenamiento muscular

Para el entrenamiento de los músculos extensores lumbares se empleó la máquina LE en el modo de funcionamiento dinámico. Mediante un sistema compuesto por el respaldo, el brazo de palanca, la cadena de transmisión, las pesas de incremento progresivo de 1 libra (0,454 kg) y un disco excéntrico, se realizó la potenciación de los músculos extensores lumbares mediante la aplicación de resistencia progresiva.

El trabajo de los extensores lumbares se completó con un protocolo de ejercicios de fortalecimiento de diversos grupos musculares. Para el entrenamiento de la musculatura extensora y flexora de los miembros inferiores, se emplearon las máquinas MedX *Leg Extension* y *Leg Flexion* respectivamente. Para la potenciación de la musculatura abdominal, se emplearon las máquinas MedX *Ab Isolator* y *Torso Rotation* respectivamente. Adicionalmente, se emplearon las máquinas MedX *Seated Row* y *Hip Extension* para la potenciación de la musculatura extensora de hombros y glúteos respectivamente.

FIGURA 1
Movimiento de cadera en la flexo-extensión de la columna lumbar sin fijación pélvica y con fijación pélvica

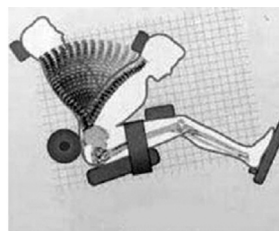
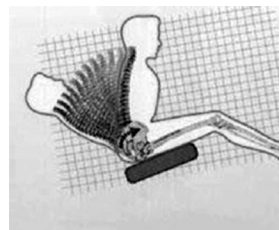
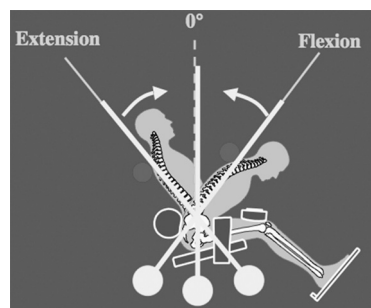


FIGURA 2
Vectores de compensación de las fuerzas gravitatorias en extensión y flexión



Otro material

Para la valoración subjetiva del dolor percibido por parte del paciente, se empleó una escala visual analógica (EVA) con rango de 0 a 100.

Para la medición y el pesado de los pacientes se empleó la báscula con tallímetro SECA 711. La precisión de medición es de 1 mm y la de pesaje de 100 gr.

Pacientes

En el estudio participaron 26 sujetos (15 hombres y 11 mujeres) con las siguientes características (tabla 1) y que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión y exclusión (tabla 2).

TABLA 1
Datos de los pacientes

	<i>Hombres</i>		<i>Mujeres</i>		<i>Total</i>	
	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>
Edad	45,6	14,31	54,73	14,04	49,46	14,65
Peso	77,63	10,44	69,86	11,08	74,35	11,20
Estatura	174,33	5,89	163,64	8,19	169,81	8,68

TABLA 2
Criterios de inclusión y exclusión

<i>Criterios de inclusión</i>	<i>Criterios de exclusión</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de dolor lumbar de más de tres meses de duración. • Hombres y mujeres con edades comprendidas entre los 18 y 75 años. • Sin intervención quirúrgica de columna previa. • No encontrarse en otro tratamiento médico por dolor lumbar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de dolor agudo. • Procesos neurológicos en progresión. • Síndrome de cola de caballo. • Osteoporosis inestable con fracturas recientes. • Intervención quirúrgica reciente. • Espina bífida. • Insuficiencia cardiorrespiratoria. • Enfermedad de Scheuermann con brote agudo. • Estado psicótico.

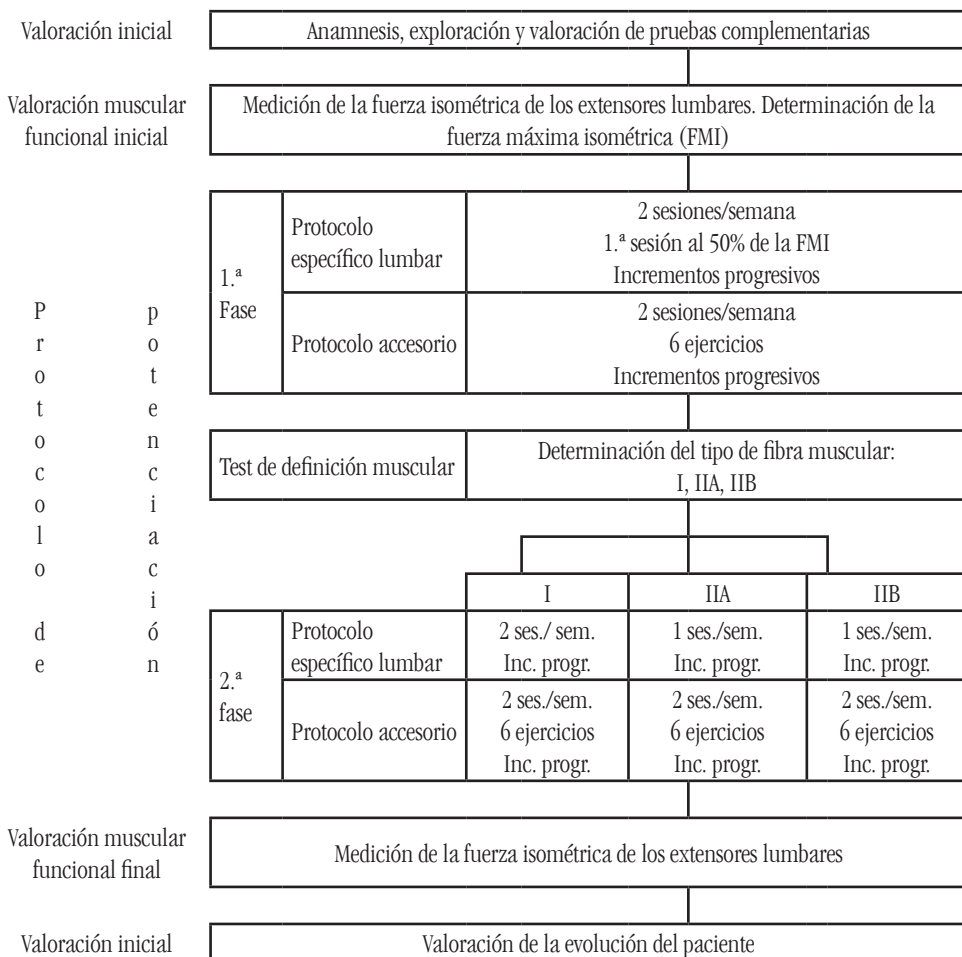


Diseño del estudio aplicado

El diseño del presente estudio fue experimental prospectivo. Se pretendió valorar los efectos de un protocolo de potenciación muscular lumbar sobre el nivel de dolor percibido por los pacientes.

La figura 3 refleja el diseño del estudio.

FIGURA 3
Diseño del estudio



Protocolo e intervenciones

Al inicio del protocolo, se midió el peso y la talla corporal, el nivel de dolor percibido según la EVA y se realizó la valoración funcional isométrica de la musculatura extensora lumbar. Para ello, se establecieron los diferentes parámetros de colocación del paciente dentro de la máquina.

En primer lugar, se ajustó el del sistema de fijación (figura 4), posicionando a los pacientes en una posición de 80° de flexión de cadera y 60° de flexión de rodilla para un aislamiento óptimo de la musculatura lumbar¹⁸.

Se determinó el rango de movimiento (ROM) libre de dolor sin resistencia de la columna lumbar del paciente. El ROM máximo de la columna lumbar aislada se sitúa en 72°^{19,20} (figura 5).

Por último se ajustó la posición del contrapeso para la eliminación de las fuerzas pasivas.

Posteriormente, se realizó la valoración funcional de la musculatura extensora lumbar. Este ejercicio consistió en un ejercicio dinámico de contracción concéntrica y excéntrica de la musculatura lumbar con una resistencia correspondiente al peso de 60 libras (27,215 kg) en los hombres y de 40 libras (18,144 kg) en las mujeres. Después se realizaron mediciones de la fuerza isométrica máxima de los músculos extensores lumbares en siete ángulos estandarizados a lo largo de los 72° del ROM, empezando en la posición de máxima flexión (72°-60°-48°-36°-24°-12°-0°). También se determinaron las fuerzas pasivas generadas por la compresión de los tejidos internos.

La valores de fuerza generados por parte del paciente se compararon con los valores normativos de media, desviación estándar positiva y desviación estándar negativa de la fuerza presentada por un grupo de referencia establecido por el MedX Utilization

FIGURA 4
Sistema de fijaciones

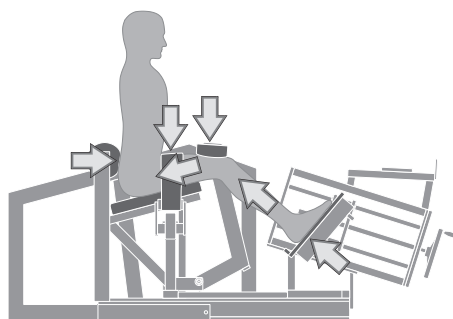
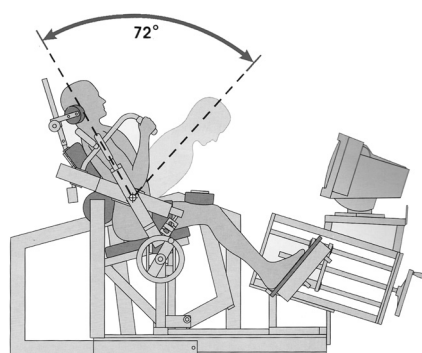


FIGURA 5
Rango de movimiento ROM



Steering Comité del *Center of Exercise Science* de la *University of Florida* (Gainesville), perteneciente al mismo sexo, rango de edad, talla y peso y sin dolor lumbar.

Asimismo, se halló la desviación, en términos porcentuales, de la fuerza muscular isométrica del paciente con respecto a la fuerza media de un grupo referencia de la base de datos propia del sistema informático.

Finalmente, se valoró el equilibrio muscular a lo largo del ROM. Para ello se analizaron cuatro parámetros:

- I. **Fuerzas pasivas** (*SET-stored energy torque*): fuerza resultante de la compresión de tejidos internos y elongación forzada de los extensores (pretensión, fuerza cinética potencial, etc.)
- II. **Fuerzas netas** (*NMT-net muscular torque*): fuerza ejercida exclusivamente por los músculos extensores lumbares.
- III. **Fuerza total** (*TFT-total force torque*): sumatorio de fuerzas pasivas y neta.
- IV. **Índice de fuerza** (*SI-strength index*): área definida por el ROM y los valores TFT en cada uno de los ángulos integrada automáticamente por el sistema informático.
- V. **Distribución óptima de fuerza** (*CAM-flexion-extension ratio*): distribución óptima de fuerza. Una distribución óptima de la fuerza tiene un ratio entre flexión y extensión de 1,4 (F/E ratio). Es decir, el músculo tiene un 40% más de fuerza en flexión que en extensión²¹. La desviación de esta curva muestra un posible desequilibrio intramuscular.

Durante la primera fase del protocolo de potenciación muscular, los pacientes realizaron dos sesiones de entrenamiento semanales nunca en días consecutivos. En estas sesiones se realizaron ejercicios dinámicos de contracción concéntrica y excéntrica para la potenciación de la musculatura extensora lumbar con la máquina LE y de potenciación de la musculatura de apoyo. El objetivo del ejercicio fue lograr la fatiga muscular mediante la realización de una única serie de trabajo de 140 segundos de duración y 14 repeticiones de extensión y flexión de la columna lumbar. En los casos en los que el paciente fue capaz de superar el tiempo de trabajo bajo carga, se estableció un incremento de la resistencia para la siguiente sesión. Este incremento fue de entre un 10 y un 20%. La primera fase del protocolo tuvo una duración aproximada de siete sesiones al término de las cuales se realizó una prueba específica, el test de definición muscular (TDM), con el fin de determinar el tipo de fibra muscular predominante en la musculatura lumbar. En función de la pérdida de fuerza entre dos mediciones de fuerza realizadas en una misma sesión, los pacientes fueron asignados a tres grupos; tipo I, pacientes con fibras musculares de contracción lenta; tipo IIA,



pacientes con fibras musculares mixtas, y tipo IIB, pacientes con fibras de contracción rápida. El objetivo fue establecer la frecuencia, duración e intensidad óptima del ejercicio para cada caso.

En función del tipo de fibra muscular predominante resultante, se prosiguió con el protocolo de potenciación lumbar aplicando los parámetros de entrenamiento determinados en la tabla 3.

TABLA 3
Protocolo de entrenamiento según el tipo de fibra muscular

<i>Tipo</i>	<i>Frecuencia de entrenamiento</i>	<i>Tiempo de trabajo</i>
TIPO I	Dos sesiones semanales	140 seg.
TIPO IIA	Una sesión semanal	115 seg.
TIPO IIB	Una sesión bisemanal	90 seg.

Independientemente del tipo de fibra muscular, los pacientes realizaron sus ejercicios de potenciación de la musculatura accesoria de forma regular dos veces a la semana.

Tras la realización de catorce sesiones dinámicas de potenciación muscular lumbar, el paciente realizó una nueva medición isométrica en las mismas condiciones que la medición inicial. Tras esta medición se valoró el incremento de fuerza obtenido por parte del paciente y la disminución de la percepción del dolor experimentada.

Análisis estadístico

Los análisis descriptivos de los resultados se procesaron como medias y desviaciones típicas en el caso de las variables cuantitativas y como frecuencia en el caso de las variables nominales.

La relación entre variables fue establecida por medio del índice de correlación lineal de Pearson para una muestra de tamaño $n = 26$ y para una probabilidad de error $p = 0,05$.

Para la determinación de diferencias significativas entre dos medias de muestras relacionadas, se ha empleado la distribución *t* de *student* con un valor de probabilidad de 0,05 y 25 grados de libertad.

Para los cálculos estadísticos se ha empleado el programa de cálculo Excel para Mac.



RESULTADOS

En la tabla 4 se reflejan los valores iniciales y finales de la intensidad de dolor percibido registrado por parte de los pacientes por medio de la EVA.

TABLA 4
Valoración del dolor por EVA al inicio y al final del estudio

	<i>GH (n = 15)</i>		<i>GM (n = 11)</i>		<i>Total (n = 26)</i>	
	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>
EVA_{ini}	71,47	21,33	72,09	26,91	71,73	23,34
EVA_{fin}	9,60	12,48	19,55	18,50	13,81	15,79
Dif. Sign.	SI		SI		SI	

En la tabla 5 se recogen los valores iniciales y finales relacionados con la amplitud de movilidad articular lumbar libre de dolor y sin resistencia.

TABLA 5
ROM libre de dolor al inicial y al final

	<i>GH (n = 15)</i>		<i>GM (n = 11)</i>		<i>Total (n = 26)</i>	
	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>
ROM_{ini}	64,20	8,47	57,00	10,73	61,15	9,97
ROM_{fin}	70,00	4,90	70,09	3,36	70,04	4,24
Dif. Sign.	SI		SI		SI	

Los incrementos porcentuales de fuerza isométrica máxima para cada ángulo del ROM y las diferencias con respecto al grupo referencia asintomático previas y posteriores al protocolo de intervención, se especifican en la tablas 6 y 7 respectivamente.

Con los valores obtenidos de las mediciones, el programa informático integraba el índice de fuerza SI, teniendo en cuenta el ROM y los niveles de fuerza isométrica. En la tabla 8 se detallan los incrementos porcentuales del valor SI y la existencia de diferencias significativas entre los valores iniciales y finales.



TABLA 6
Incremento porcentual medio de la fuerza isométrica

	<i>GH (n=15)</i>		<i>GM (n=11)</i>		<i>Total (n=26)</i>	
	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>
Inc. %	100%		176%		116%	
Dif. sign.	SI		SI		SI	

TABLA 7
Diferencia media de fuerza inicial y final con respecto al colectivo asintomático

	<i>GH (n=15)</i>	<i>GM (n=11)</i>	<i>Total (n=26)</i>
	<i>Dif. sobre norma</i>	<i>Dif. sobre norma</i>	<i>Dif. sobre norma</i>
Inicio	-46%	-51%	-48%
Final	6%	23%	13%

TABLA 8
Incremento porcentual del índice de fuerza SI al inicio y al final del estudio

	<i>GH (n=15)</i>		<i>GM (n=11)</i>		<i>Total (n=26)</i>	
	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>	\emptyset	<i>DS</i>
Inc. SI _%	153%		177%		163%	
Dif. sign.	SI		SI		SI	

El programa informático calculó el ratio de distribución de la fuerza isométrica lumbar a lo largo del ROM (F/E ratio). Se estudió la desviación de este valor con respecto al valor óptimo del ratio de distribución de la fuerza (1,4). Las diferencias, entre los valores, encontradas al principio y al final del protocolo, así como las variaciones en términos porcentuales se detallan en la tabla 9.



TABLA 9
Desviación del ratio F/E con respecto al ratio óptimo

	GH (n=15)		GM (n=11)		Total (n=26)	
	Ø	DS	Ø	DS	Ø	DS
Desv. F/E ratio _{ini}	0,58	0,58	2,29	4,80	1,30	3,19
Desv. F/E ratio _{fin}	0,10	0,12	0,08	0,10	0,09	0,11
Dism. desv. F/E ratio _%	83%		97%		93%	
Dif. sign.	SI		SI		SI	

TABLA 10
Coeficientes de correlación de Pearson para una probabilidad $p = 0,05$ ($r = 0,3883$)

	Dism.EVA	Corr. Sig.
Aumento ROM	-0,1828	NO
Dism. desv. F/E ratio	-0,1900	NO
Incremento SI	-0,4296	SI

Con los datos obtenidos de las mediciones, se realizó un análisis estadístico con el fin de determinar correlaciones entre las variables analizadas. Para el presente trabajo se estudió la correlación de las variables “aumento ROM”; “disminución desviación F/E ratio”; “incremento SI” y la variable “disminución EVA”. En la tabla 10 se reflejan los coeficientes de correlación obtenidos.

DISCUSIÓN

En un estudio parecido realizado por JT Tucci *et al.* (1992), se analizaron los efectos del entrenamiento con distintas frecuencias reducidas sobre la fuerza muscular lumbar, y se concluyó que el entrenamiento aislado de la musculatura lumbar tiene efectos mayores y más duraderos que otros tratamientos, tanto activos como pasivos²².

La mejoría de los pacientes en términos de reducción de la intensidad del dolor percibido por medio de EVA en el presente estudio fue de un 81%. En su estudio, V Mooney



et al. (1993) analizaron, entre otros, la evolución de la intensidad del dolor percibido por parte del paciente con lesión lumbar después de un protocolo de entrenamiento lumbar. Los sujetos de este estudio experimentaron una mejoría relativa de un 26%. Si bien en ambos estudios las diferencias entre los valores iniciales y finales fueron significativas, llama la atención la diferencia de los valores entre una muestra y otra.

En los resultados de este estudio, se hallaron diferencias significativas entre los valores iniciales y finales del rango de movimiento sin resistencia libre de dolor, tanto para el grupo de hombres como para el de mujeres. El incremento medio del ROM fue de un 15%. R Biggoer *et al.* (1997)²³ y SH Leggett *et al.* (1999)²⁴ también valoraron, entre otros parámetros, el ROM libre de dolor y hallaron incrementos del 17 y 13% respectivamente.

Los sujetos de la muestra del estudio experimentaron incrementos significativos en los niveles de fuerza isométrica lumbar máxima relativa a su peso corporal. En los estudios de JT Tucci *et al.* (1992) y S Risch *et al.* (1993), los valores iniciales y finales de la fuerza isométrica máxima de la musculatura lumbar presentaron diferencias significativas. En el presente trabajo, los incrementos de fuerza medios fueron de un 130%, frente a un 24% en el estudio de JT *et al.* (1992) y un 33% en el de S Risch *et al.* (1993).

Durante la medición se valoraron dos parámetros indicativos del nivel y la calidad de la fuerza muscular, el índice de fuerza (*SI*) y el ratio de distribución de fuerza (*F/E ratio*).

Teniendo en cuenta que el índice *SI* se obtiene aplicando una función de integración al área subyacente a los momentos de fuerza isométrica máxima en cada punto de medición, su valor depende tanto del nivel de fuerza como del ROM libre de dolor de la columna lumbar. Para una mejor comprensión de estos conceptos y de los resultados obtenidos, se presentan las figuras 6 y 7 que reflejan gráficamente las áreas correspondientes a los índices *SI* así como los *F/E ratios*, tanto iniciales como finales, del grupo de hombres y de mujeres.

El área del *SI* final es notablemente mayor que el área del *SI* inicial. El incremento del *SI* en el presente estudio fue de un 165%. En su estudio, R Biggoer *et al.* (1997) valoraron el incremento del índice de fuerza *SI* después de la realización de un protocolo de intervención de similares características que las del presente estudio, encontrando un incremento medio del 42%. Ambos estudios presentaron un incremento significativo del índice de fuerza *SI* con respecto al inicio del tratamiento.

Las líneas tangentes al punto máximo de las áreas del índice de fuerza *SI* de las figuras 6 y 7 corresponden al *F/E ratio* óptimo de cada una de esas curvas. La mejora media de este ratio fue de un 93%. En un trabajo anterior, H Friebe *et al.* (2003)²⁵ realizaron un estudio en el que valoraron, entre otros parámetros, el *F/E ratio* obteniendo una mejora del 83%.



Se ha visto que de las variables que se han relacionado con la mejoría de los síntomas dolorosos la única que presentaba una correlación significativa era el índice de fuerza *SI*. En su estudio, H Friebe *et al.* (2003) establecieron algunas relaciones similares pero con parámetros diferentes. Concluyeron que existía una correlación significativa entre los parámetros de fuerza máxima e intensidad de dolor y la ganancia de fuerza e intensidad del dolor. Los parámetros relacionados en el estudio de H Friebe *et al.* (2003) no presentaron una correlación significativa para el tamaño de muestra del presente trabajo.

FIGURA 6
Comparación del índice *SI* y del *F/E ratio* inicial y final para el *GH*

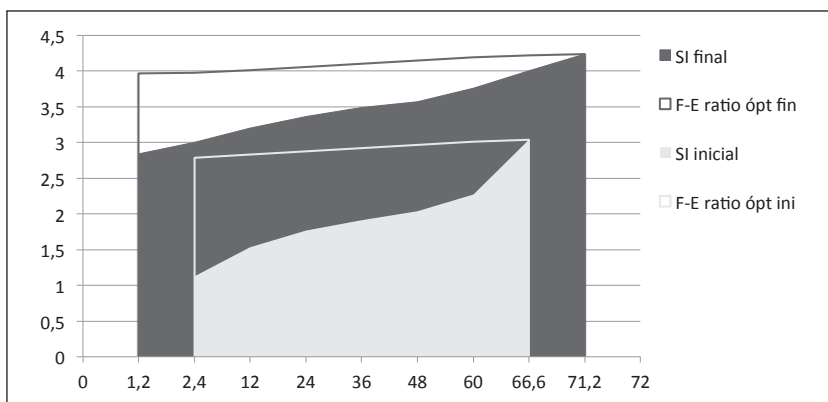
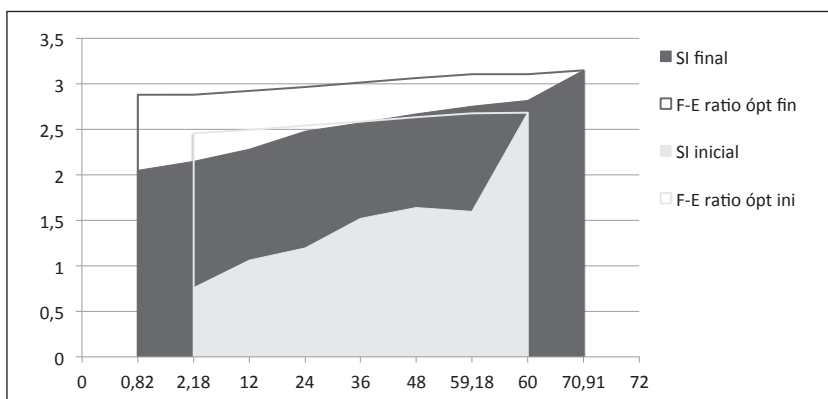


FIGURA 7
Comparación del índice *SI* y del *F/E ratio* inicial y final para el *GM*



CONCLUSIONES

Los resultados observados permiten concluir que el nivel de dolor lumbar percibido por parte de los pacientes se ve significativamente reducido después de la realización de un protocolo de potenciación específico de la musculatura lumbar y accesorio.

La movilidad articular libre de dolor de la columna lumbar experimentó un incremento significativo.

Los niveles de fuerza isométrica máxima registraron incrementos muy notables, siendo mayores en los sujetos y en los ángulos con mayores déficits previos. Los ángulos con mayores déficits previos se encontraron en los límites de extensión y flexión de la columna lumbar.

El equilibrio intramuscular mejoró de manera significativa, de forma que la media de la muestra se ubicó prácticamente en el óptimo de 1,4.

El índice de fuerza *SI*, que integra todos los parámetros previos, también experimentó un crecimiento notorio.

Únicamente se encontraron correlaciones significativas de la disminución del dolor según la EVA con el incremento del índice de fuerza *SI*. Con respecto a una escala subjetiva como la EVA, cabe plantearse en qué medida la influencia de factores como la explicación por parte del terapeuta, la comprensión por parte del paciente o las características culturales o sociales, el tipo de paciente, etc. influyen en la intensidad del dolor percibido.

Sería necesario realizar estudios posteriores que relacionen los parámetros de la fuerza isométrica lumbar con valoraciones de dolor más funcionales y objetivables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pengel L, Herbert RD, Maher CG, Refshauge KM. *Acute low back pain: systematic review of its prognosis*. BMJ. 2003; 323-5.
2. Andersson, GB. *Epidemiological features of chronic low-back pain*. Lancet. 1999 Aug 14; 354(9178): 581-5.
3. Refshauge, KM, Maher, CG. *Low back pain investigations and prognosis: a review*. Br J Sports Med. 2006. Jun; 40(6): 494-8.
4. Borenstein, DG. *Epidemiology, etiology, diagnostic evaluation, and treatment of low back pain*. Curr Opin Rheumatol. 2001 Mar; 13(2): 128-34.
5. Hildebrandt, J, Müller, G, Pflingsten, M. *Lendenwirbelsäule: Ursachen, Diagnostik und Therapie von Rückenschmerzen*. Elsevier. 2005.



6. Hoffman, MD, Shepanski, MA, MacKenzie, SP, Clifford PS. *Experimentally induced pain perception is acutely reduced by aerobic exercise in people with chronic low back pain*. J Rehabil Res Dev. 2005 Mar-Apr; 42(2): 183-190.
7. Fordyce, WE. *Back Pain in the Workplace: Management of Disability in Nonspecific Conditions*. Task Force on Pain in the Workplace. CMAJ. 1996 May 15; 154(10): 1530-1.
8. Panjabi, M.M. *The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement*. J Spinal Disord. 1992 Dec; 5(4): 383-9.
9. White AA, Gordon SL. *Synopsis: workshop on idiopathic low-back pain*. Spine (Phila Pa 1976) 1982 Mar-Apr; 7(2): 141-149.
10. Cavanaugh JM. *Neural mechanisms of lumbar pain*. Spine. 1995; 20: 1804-1909.
11. Freemont AJ, Peacock TE, Goupille P, et al.: *Nerve ingrowth into diseased intervertebral disc in chronic back pain*. Lancet. 1997; 350: 178-181.
12. Freemont AJ, Jeziorska M, Hoyland JA, et al.: *Mast cells in the pathogenesis of chronic back pain: a hypothesis*. J Pathol. 2002a; 197: 281-285.
13. Freemont AJ, Watkins A, Maitre CL, et al.: *Nerve growth factor expression and innervation of the painful intervertebral disc*. J Pathol. 2002b; 197: 286-292.
14. Melleby, A. *The Y's Way to a Healthy Back*. Piscataway, NJ, New Century Publishers, 1982.
15. Kader, D, Wardlaw, F, Smith, W. *Correlation Between the MRI Changes in the Lumbar Multifidus Muscles and Leg Pain*. Clin Radiol. 2000 Feb; 55(2): 145-9.
16. MedX Corporation, *Lumbar Extension Machine Instruction Manual*, version 1.4. 2004,1.
17. Fulton M, Pollock M, Leggett S, et al.: *Effect of upper body mass on the measurement of isometric lumbar extension strength*. Orthopaedic Rehabilitation Association Conference, San Antonio; Texas, 1990.
18. Graves JE, Fix CK, Pollock ML, Leggett SH, Forster DN, Carpenter DM: *Comparison of two restraint Systems for pelvic Stabilisation during isometric lumbar extension strength testing*. J Orthop Sports Phys Ther. 1992; 15(1): 37-42
19. Farfan, H. *Muscular mechanism of the lumbar spine and the position of power and efficiency*. Orthop Clin North Am; 1975 Jan; 6(1): 135-144.
20. Jones A, Pollock ML, Graves JE, et al.: *The lumbar spine*. Santa Barbara, California , Sequoia Communications. 1988.
21. Graves JE et al.: *Quantitative assessment of full range of motion isometric lumbar extension strength*. Spine 1990 Apr; 15(4): 289-94.
22. Tucci JT, Carpenter DM, Pollock ML, Graves JE, Leggett SH. *Effect of reduced frequency of training and detraining on lumbar extension strength*. Spine. 1992 Dec; 17(12): 1497-501.



23. Biggoer R. *et al.*: *Kräftigere Rückenmuskeln bedeuten weniger Schmerzen*. Dtsch Z Sportmed. 1999; 48: 73.
24. Leggett S *et al.*: *Restorative Exercise for Clinical Low Back Pain. A Prospective Two-Center Study With 1-Year Follow Up*. Spine. 1999 May 1; 24(9): 889-98.
25. Friebe H, Becker S, Schramm S, Steinmetz F, Hanstein K. *Das Aukammthal-Rückenprogramm (ARP) – ein das MedX-System implementierendes multimodales Therapiekonzept bei Patienten mit chronischem Rückenschmerz*. Orthopädische Praxis 2003; 39(6): 354-9.

