

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Control electromiográfico de la musculatura superficial lumbar en test de control motor lumbar.

Título del Trabajo Fin de Grado.

AUTOR: HERNÁNDEZ VICEDO, CLARA

Nº expediente: 1964

TUTOR: EMILIO JOSÉ POVEDA PAGÁN.

Curso académico 2019 - 2020

Convocatoria de Junio 2020

ÍNDICE:

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	1
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS DEL TRABAJO	4
OBJETIVOS	4
• Objetivo general	
• Objetivos específicos	
MATERIAL Y MÉTODOS	5
• Población de estudio	
• Criterios inclusión/exclusión	
• Variables del estudio	
• Metodología de recogida de datos	
• Pasos a seguir en el programa mDurance	
• Análisis estadístico	
RESULTADOS	11
DISCUSIÓN	13
CONCLUSIÓN	17
ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS	17
BIBLIOGRAFÍA	27

RESUMEN.

INTRODUCCIÓN: El dolor lumbar es un enorme problema social y financiero para todas las sociedades occidentales. El 85% de pacientes que lo sufren no tienen un diagnóstico de patología subyacente por eso su evaluación clínica se considera un gran reto. Para intentar abarcar este problema se ha empezado a investigar con la electromiografía, la cual ha permitido analizar los patrones de activación de la musculatura superficial y su implicación en el dolor lumbar.

OBJETIVOS: Conocer y evaluar la actividad muscular superficial lumbar en sujetos con dolor y sin dolor lumbar por medio de la electromiografía.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se trata de un estudio observacional prospectivo en el que primeramente se realiza un test de contracción máxima de la musculatura erectora lumbar (Test de Sorensen) y posteriormente dos test de control motor lumbar (Rocking forwards/Rocking backwards) monitorizando la actividad muscular durante todo el proceso con la electromiografía utilizando el programa de mDurance.

RESULTADOS: Comparando ambos grupos obtenemos que en el Test de Sorensen, en el Rocking Backwards y en el Rocking forwards el grupo de no dolor lumbar obtiene una media de reclutamiento mayor. Además, este reclutamiento es siempre más simétrico en comparación con el grupo de dolor lumbar.

CONCLUSIÓN: A pesar de ser una muestra pequeña, en este estudio concluimos que los individuos con dolor lumbar tienen una menor contracción en la musculatura superficial extensora lumbar y además esta activación no es de calidad ya que estos individuos se caracterizan por tener un reclutamiento asimétrico de las fibras entre el lado derecho e izquierdo de la musculatura.

ABSTRACT

BACKGROUND: Low back pain is an enormous social and financial problem in all occidental societies. The 85% of the patients that suffer it don't have any pathology diagnose and for that the

clinical assessment remains a big challenge. To try to cover this problem, research with electromyography has begun, which has allowed the analysis of the patterns of the superficial muscles and its implication in low back pain.

OBJECTIVES: To know and evaluate the lumbar muscle activity in people with low back pain and people without through electromyography.

MATERIAL AND METHODS. It is a prospective observational study in which firstly a test of maximum contraction of the erector lumbar musculature is done (Sorensen Test) and afterwards two test of lumbar motor control (Rocking forwards/ Rocking backwards) monitoring the muscular activity thorough all the process using the mDurance programme.

RESULTS: comparing both groups we obtain that in the Sorensen Test, Rocking Backwards and Rocking forwards the group without low back pain obtains a higher mean of muscular recruitment. Moreover, this recruitment is always more symmetric in comparison with the group with low back pain.

CONCLUSION: despite of being a small sample, in this study we conclude that people with low back pain have a minor contraction of the erector superficial musculature and to add up, this activation has no quality because this individuals have an asymmetric recruitment of the muscular fibres between the right and the left side.

INTRODUCCIÓN

El dolor lumbar (LBP) es un síntoma, no una enfermedad y puede ser el resultado de diferentes anomalías o enfermedades ya sean conocidas o desconocidas, localizado entre el borde inferior de las costillas y el pliegue de las nalgas (Hartvigsen y cols 2018). En la mayoría de los casos se encuentra en la región espinal y paraespinal sin síntomas neurológicos haciéndose llamar así musculoesquelético (Tavee y cols 2018). El riesgo de sufrir LBP a lo largo de la vida es de un 84% (Wei y cols 2019) y supone el gasto económico más alto entre cualquiera de las afecciones musculoesqueléticas y es la tercera condición global de salud con más gasto económico después de la diabetes y la enfermedad isquémica de corazón (Rowley y cols 2019).

Determinados estudios (Henschke y cols 2008; Traeger y cols 2014) sugieren que, en un momento determinado, 5-40 millones de personas están experimentando LBP con limitación de la actividad. De la mayoría de los pacientes que experimentan LBP, el 30-40% continuará con estos síntomas por encima de los 3 meses haciéndose así crónico. Por lo tanto, estos pacientes sufrirán dificultades en las actividades de la vida diaria y pérdida de la calidad de vida a largo plazo (Wei y cols 2019). Además, el 85% de todas las personas que experimentan cualquier tipo de LBP, no tienen un diagnóstico de patología subyacente, por lo tanto, se categorizan como dolor lumbar no específico (CNSLBP) (Sanderson y cols 2019).

La evaluación clínica para CNSLBP permanece un gran reto debido a la incerteza de su etiología que por consecuencia lleva a una gran falta de herramientas clínicas para tratarlo (Wei y cols 2019). A pesar de ello, existen sugerencias que dicen que este LBP se debe a una musculatura superficial lumbar hiperactiva en sujetos con un patrón de hiperextensión lumbar (Hemming y cols 2019). Otros estudios (Rubens y cols 2019) reflejan que esto se debe a que la función estabilizadora y la coordinación de la musculatura lumbar están a menudo deterioradas ya que la fatiga en la musculatura del tronco puede llevar a un déficit neuromuscular y aumentarlo resultando en movimientos intervertebrales sin control, inestabilidad de la columna lumbar y LBP.

La estabilidad lumbar se consigue a través de numerosos procesos que incluyen mecanismos intrínsecos de la musculatura, feedforward del motor control o actividad muscular pre-planificada y feedback del control motor o respuestas reflejas. Perturbaciones repentinas del tronco pueden llevar a movimientos lumbares poco controlados y, por tanto, a la lesión, especialmente si la musculatura refleja del tronco se retrasa en su respuesta cosa que se ha podido observar en pacientes con LBP (Larivière y cols 2019).

Otro aspecto que puede contribuir al LBP es la variación de actividad de los músculos extensores lumbares paraespinales. Estos músculos tienen la capacidad de cambiar la distribución de la carga en las estructuras espinales y contribuir así en la mantención y perpetuación del dolor. La región lumbar está bastante musculada y comprende la contribución de los músculos extensores lumbares (iliocostal, longísimo y espinal) y también los multifidos. Estos músculos son considerados importantes por su papel en casi todos los movimientos funcionales de la columna y por su control en las tareas posturales (Sanderson y cols 2019).

Según Luomajoki, uno de los primeros autores que intentó abordar este problema, una de las causas más comunes de las disfunciones del control motor es la capacidad reducida de controlar el movimiento activo. El propone una serie de tests (waiters bow, rocking forwards, rocking backwards, one leg stance, dorsal tilt of pelvis, sitting knee extension, prone lying active knee flexion y crook lying) que ponen a prueba el control motor lumbar para intentar determinar la fiabilidad inter e intra observador (Luomajoki y cols 2007). Todos estos test se pueden evaluar a través de la electromiografía (EMG)(Sanderson y cols 2019) que nos permite entender los músculos registrando la actividad eléctrica durante la contracción muscular. La electromiografía de superficie (SEMG) como vamos a realizar en este trabajo. (Duan Na y cols 2019).

HIPÓTESIS DEL TRABAJO

En función de los datos aportados en la introducción, la hipótesis del presente trabajo sería la siguiente:

“Los sujetos con LBP activarán más la musculatura superficial, perdiendo más rápidamente o con anterioridad la curvatura fisiológica de la columna lumbar al realizar los test denominados Rocking Forward y Backward de Loumajoki”.

Palabras clave: Electromiografía, activación muscular, dolor lumbar, control motor lumbar.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Conocer el patrón de activación de la musculatura superficial en sujetos con LBP y sin LBP por medio de la electromiografía realizando dos tests descritos por Luomajoki llamados “Rocking forward” y “Rocking backwards”.

Objetivos específicos:

1. Analizar el grado de activación de la musculatura superficial mediante el test de Sorensen.
2. Explorar las diferencias entre los pacientes con LBP y sin LBP.
3. Comprobar cuánto se modifica la posición de la pelvis y la activación muscular existente en este momento comparando ambos grupos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio observacional descriptivo piloto. Para la realización de esta parte del estudio nos hemos basado en las recomendaciones dadas por la declaración de STROBE con el propósito de asegurar una presentación clara de los que se plantea, analiza y encuentra en el estudio (Vendenbrucke y cols 2009).

Población de estudio

Este estudio parte de una población inicial de 429 sujetos formada por los cursos de 2º, 3º y 4º de Fisioterapia de la Universidad Miguel Hernández, a los cuales se les envió un cuestionario on line para su respuesta. Obtuvimos un total de 37 respuestas al formulario, siendo la muestra total del

estudio de 10 individuos, 5 con LBP y 5 sin LBP en un tiempo mínimo de tres meses, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión. (FIGURA 1)

- **Criterios de inclusión.**

Estudiantes mayores de 18 años que formen parte de la Universidad Miguel Hernández con al menos un episodio de LBP en menos de tres meses y sin problemas de rodilla.

- **Criterios de exclusión.**

Los individuos que no pueden participar en el estudio son aquellos que cuenten con cirugías de columna, traumatismos múltiples, sintomatología radicular, cualquier fallo neurológico o embarazadas.

Todos los sujetos que han formado parte del estudio han firmado un consentimiento informado. Este proyecto ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable con número de registro DPC.CLQ.01.18.

Variables del estudio

Las variables que se han tenido en cuenta han sido las siguientes:

- Edad: Variable cuantitativa.
- Sexo: Variable dicotómica que se ha recogido a mujeres como 1 y hombres 2.
- Talla: Variable cuantitativa expresada en centímetros.
- EVA: Permite medir la intensidad del dolor en un momento determinado. Esta está formada por una línea horizontal de 10 cm y limitada por dos extremos donde el 0 es ausencia de dolor, y el 10 es la mayor intensidad de dolor. (Ting Sung y cols 2018) (FIGURA 2)

Les hemos pasado la EVA a todos los sujetos, independientemente si padecen de LBP o no antes y después de cada test.

- Escala de Oswestry: Es un cuestionario específico que mide las limitaciones de las actividades cotidianas y que permite identificar áreas específicas de intervención para reducir esta limitación funcional por el LBP. (Alcántara-Bumbiedro 2006) (FIGURA 3)

La puntuación total se expresa en porcentaje y se clasifica entre:

- De 0 a 20% limitación funcional mínima.
 - De 20 a 40% limitación funcional moderada.
 - De 40 a 60% limitación funcional intensa.
 - De 60 a 80% discapacidad.
 - Por encima de 80% limitación funcional máxima.
- Cuestionario Roland Morris: Es otro cuestionario para evaluar la discapacidad producida por el LBP. Es simple, rápida y puede ser rellenada por el mismo sujeto. Consiste en 24 ítems, los cuales reflejan las diferentes actividades de la vida diaria del sujeto que pueden verse afectadas por el LBP. La puntuación total se expresa sobre los 24 ítems siendo 0 la ausencia de incapacidad producida por el LBP y 24 la máxima incapacidad posible producida por el LBP. En nuestro caso, también lo hemos expresado en porcentajes. (Yamato y cols 2016) (FIGURA 4)
 - Fatiga: Medida en el test de Sorensen. La aparición de la fatiga la vemos en el gráfico llamado “Range of movement” que nos muestra los grados de movimiento dependiendo de la posición de los electrodos en función del tiempo.
 - Segundos: en realizar el test.
 - RMS máxima: corresponde al reclutamiento muscular máximo. Nos permite cuantificar con precisión las unidades motoras activas para cada músculo, detectar sincronismos o asincronismos entre los músculos y evaluar las asimetrías musculares en cada fase del ejercicio. Los datos se recogen en micro-voltios (uV) por cada 0,05 segundos.
 - RMS media: Es la media del reclutamiento muscular del test seleccionado. Los datos se recogen en uV por cada 0,05 segundos.
 - Distribución de la actividad muscular: Indica el nivel de actividad muscular que ha tenido un músculo en comparación con otros en porcentaje. Ayuda a comparar la actividad contráctil entre músculos sinergistas y antagonistas de una forma sencilla y además permite cuantificarla sobre

activación o inhibición de la musculatura. En este caso, compara la activación de la musculatura superficial lumbar del lado derecho y del lado izquierdo dando unos valores de simetría. El programa mDurance la clasifica como:

- De 100% a 90% simetría normal (FIGURA 5A)
- De 89% a 80% límite de normalidad (FIGURA 5B)
- De 79% a 0% asimetría (FIGURA 5C)

Además de estas variables, en los test de Luomajoki se ha tenido en cuenta:

- Grados: Se calculan observando el gráfico “Range of movement” el cual nos muestra los grados al inicio y al final del test o los grados cuando ha habido la mínima modificación de la pelvis. Haciendo la diferencia de ambos valores obtenemos los grados totales en los que la pelvis se ha modificado a lo largo del test.
- RMS pelvis: se corresponde a la RMS cuando la posición de la pelvis se altera. Los datos se recogen en uV por cada 0,05 segundos.

Metodología de recogida de datos

Tras seleccionar a los sujetos voluntarios, se realizó una anamnesis que se puede ver en la FIGURA 6. Los pasos realizados a continuación quedan descritos en el flujograma de intervención (FIGURA 7)

La valoración electromiográfica consistió en realizar primero el Test de Sorensen y a continuación los dos test de Loumajoki. Se decidió utilizar solo estos dos tests dentro de la batería propuesta por este autor porque podemos medir la activación de la musculatura erectora lumbar sin tener que cambiar la posición de los electrodos y porque son dos test muy relevantes a nivel clínico en pacientes con LBP.

Para obtener la información de la actividad muscular de la musculatura espinal lumbar utilizamos el programa de mDurance. Este es una herramienta de salud innovadora que recoge todos los datos de los pacientes y el análisis de las señales electromiográficas e inmediatamente las sube a la nube permitiendo acceder a la información desde cualquier dispositivo electrónico (Banos y cols 2015).

Durante la realización de los tests los pacientes tuvieron que intentar mantener el raquis en posición neutra, es decir, conservando las curvaturas fisiológicas, cuando es sometido a pruebas internas o externas que ponen a prueba su estabilidad.

Test de Sorensen: utilizaremos este test para conocer la contracción máxima de la musculatura lumbar espinal del individuo y luego poder compararla con la contracción realizada en los test de control motor lumbar. (Banos y cols 2015)

Para realizarlo, empezamos desde una posición inicial que podemos ver en la FIGURA 8A. A continuación se le instruye que levante el tronco de la silla y que con los brazos en cruz, mantenga la posición del tronco de manera que se quede alineado con el resto del cuerpo hasta llegar a la fatiga muscular (Latimer y cols 1999). (FIGURA 8B)

Test control de la musculatura lumbar: Rocking backwards/ Rocking forward. (H.Luomajoki 2008)

Rocking backwards: Partimos de una posición de partida (FIGURA 9A) hasta la posición final (FIGURA 9B). El test será positivo si al realizar la flexión de cadera también aparece una flexión de la columna lumbar, es decir, que la curvatura en lordosis fisiológica desaparece.

Durante el test estuvimos pendiente en todo momento de la mínima modificación de la pelvis hacia retroversión. Cuando se produjo se anotó en el programa mDurance y posteriormente, el apartado de resultados mostró una pestaña de este momento.

Rocking forwards: partimos desde una posición inicial (FIGURA 9A) hasta la posición final (FIGURA 9C). El test dará positivo si al realizar este movimiento, se produce una extensión de la columna lumbar. En el momento que esto fue percibido, se anotó en el programa.

PASOS MDURANCE (FIGURA 10)

Análisis estadístico

El tamaño muestral, al ser un estudio piloto, fue de 10 sujetos.

Por un lado, las variables cualitativas se resumieron mediante recuentos. Por otro lado, las variables cuantitativas se resumieron mediante la media, desviación típica e IC95% para la media de cada

grupo. A continuación se comprobó la hipótesis de normalidad de las mismas realizando el test de Shapiro Wilk a cada uno de los grupos.

Si la variable seguía la normalidad, se comprobó la igualdad de las varianzas para muestras independientes con el Test F y posteriormente se realizó el Test T para muestras independientes para realizar el contraste final de las medias de los dos grupos y comprobar si hay diferencias significativas entre ellos.

Si la variable no siguió la normalidad, se realizó el test no paramétrico llamado test de Wilcoxon en el que se compararon las medianas.

Para el análisis de las diferentes variables, se utilizó el programa estadístico R y EXCEL.

(TABLA 1)

Observando los resultados del p-valor del contraste final de cada variable concluimos que las medias son diferentes, pero no estadísticamente significativas.

RESULTADOS.

El número de participantes del estudio fue de 10 individuos, 5 con LBP en los que cuatro fueron mujeres y un hombre, y 5 sin LBP en los que 2 fueron mujeres y 3 hombres.

Los valores obtenidos mediante la escala de Oswestry en el grupo de dolor lumbar (GDL) fueron del 10%, valores que se corresponden con una limitación funcional mínima y sin limitación alguna en el grupo de no dolor lumbar (GNDL). Así mismo, los datos obtenidos en la escala de Roland-Morris en el GDL fueron del 7%, y sin limitación en el GNDL.

Por otro lado, los resultados medios de la escala EVA en el GDL fueron de 1,2 y estos no aumentaron tras la realización de ningún test. Solo dos individuos de este grupo presentaban LBP en este momento.

TEST DE SORENSEN: (TABLA 2)

Los individuos con LBP aguantaron una media de 108,60s hasta llegar a la fatiga y los individuos sin LBP aguantaron una media de 101,4s.

Respecto a la RMS máxima, observamos que los sujetos del GNDL alcanzaron valores de activación muscular más altos (181uV GNDL/ 177uV GDL). Esto también se observa en la RMS media (88,16

uV GNDL/80,12 uV GDL). En el GNDL hay una distribución de reclutamiento muscular más simétrica habiendo 3 individuos con muy buena simetría (97%, 95%, 90%) y dos individuos con simetría al límite (80%, 80%). Por otro lado, en el GDL hay dos individuos con simetría muy buena (99%, 93%), dos con simetría al límite (88%, 82%) y uno con asimetría (66%).

ROCKING BACKWARDS: (TABLA 3)

La diferencia de grados en el GDL es de media $14,05^\circ$ y en el GNDL es $6,82^\circ$ y la duración media en que realizan el test el GDL es de 24s y el GNDL de 17s. Por otro lado, la media de la RMS máxima en el GDL es de 57uV y en el GNDL es de 64,8uV y la media de la RMS media es de 23,05uV en el GDL frente a 27,52uV en el GNDL.

En cuanto a la distribución de activación muscular del lado izquierdo y derecho, observamos una mayor simetría en el GNDL con una media del 80% habiendo un individuo con buena simetría (97%), dos con simetría al límite (81%, 85%) y dos con asimetría (70%, 70%). La media de simetría del GDL es del 70% habiendo dos individuos con simetría al límite (86%, 82%) y tres individuos con asimetría (77%, 72%, 35%).

ROCKING FORWARDS: (TABLA 4)

Respecto a los grados, la diferencia en el GDL es de media -9.59° y en el GNDL es $-15,0^\circ$.

La duración media que tardan en realizar la prueba el GDL es de 14,8s y el GNDL es de 11,6s.

La RMS máxima en el GDL es de 60uV y en el GNDL es de 59uV. Por otro lado, la RMS media en el GDL es de 19,64uV y en el GNDL es de 21,71uV.

En cuanto al reclutamiento muscular, los valores de las simetrías de ambos grupos coinciden habiendo en el GDL dos individuos con buena simetría (99%, 94%), dos con simetría al límite (84%, 84%) y uno con asimetría (45%). En el GNDL hay dos individuos con buena simetría (93%, 93%), uno con simetría al límite (80%) y dos con asimetría (64%, 77%).

DISCUSIÓN.

El objetivo de este estudio fue conocer los patrones de activación de la musculatura superficial extensora lumbar en diferentes test de control motor en individuos con LBP y sin LBP y analizarlos.

Los resultados del Test de Sorensen muestran que todos los sujetos experimentaban un descenso en el ROM (Range of Movement) indicando la aparición de la fatiga. Considerando que en este test se tiene que llegar hasta la fatiga (Coorevits y cols 2007) no nos resultó algo fuera de lo normal.

En el Rocking Backwards el GNDL obtuvo una RMS máxima y media mayores que en el GDL, en concreto 7,8 uV y 4,47uV más y en el Rocking Forwards la RMS máxima fue mayor en el GDL con 1 uV más que en el GNDL. Por otro lado, la RMS media fue mayor en el GNDL, en concreto 2,07 uV.

El reclutamiento muscular obtenido en el Test de Sorensen fue lo más relevante, aguantando una duración media en el GDL de 108,6s frente a 101,4 en el GNDL. Este hecho va en contra de lo que nosotros pensábamos y de lo que otros estudios afirman (Latimer y cols 1999) ya que la presencia de dolor lumbar influye en la respuesta individual a la fatiga (Bauer y cols 2017).

Los valores de RMS media en este caso fueron mayores en el GNDL (88,16 GNDL/ 80,12 GDL) al igual que la RMS máxima (181 GNDL/ 177 GDL). Según Clark (Clark y cols 2013) en el que aparte de medir la activación de la musculatura paraespinal lumbar, también midió los extensores de cadera, sugiere que, al igual que en nuestro estudio, la actividad paraespinal es menor en los individuos con LBP pero la actividad de los extensores de cadera es mucho mayor en comparación con individuos sanos. Por esto, sugiere que los individuos con LBP activan más la musculatura extensora de cadera en el test de Sorensen. En nuestro estudio no pudimos comprobar este hecho ya que dicha musculatura no fue medida.

Si comparamos el Test de Sorensen con el Rocking Backwards y el Rocking forwards observando las tablas vemos que las cifras correspondientes a la RMS máxima y media disminuyen, es decir, que la activación muscular es mucho menor en los test de control motor lumbar en comparación con el de Sorensen. Sin embargo, no hay diferencias significativas de activación entre los dos grupos por lo

tanto, según los resultados, padecer dolor lumbar o no es independiente al nivel de activación para la muestra estudiada. Seguramente si la muestra fuera más grande, los resultados serían diferentes.

Comparando los dos grupos en los test de Rocking Backwards y Rocking Forwards, observamos un comportamiento de la RMS media bastante estable, siempre siendo mayor en el GNDL. Este hecho no coincide con ciertos estudios (Hemming y cols 2019; Hodges y cols 2003; Arena y cols 1990) que también analizan la activación de la zona lumbar en diferentes pruebas entre ellas el "Crook lying double leg rise" y "Prone lying double knee lift" y que afirman que un elemento clave en la presencia del dolor lumbar es una mayor actividad muscular. Sin embargo, estos sugieren que la actividad y el comportamiento muscular refleja patrones individuales. A pesar de que todos los estudios encontrados afirman que hay una mayor activación de la musculatura superficial y una inhibición de la musculatura profunda lumbar en individuos con LBP (Hodges y cols 2019; MacDonald y cols 2009; Lindgren y cols 1993; Dieen y cols 2003), según nuestro criterio, pensamos que es lógico que individuos sin LBP tengan una mayor y sobretodo, mejor respuesta de la musculatura superficial.

Los valores de la RMS cuando se produce la modificación visible de la pelvis durante la realización del test de Rocking Backwards son mayores en el GDL, con una media de 26uV frente al GNDL con una media de 23uV. Estos datos son contrarios a lo que nos mostraba la media total de la RMS media la cual indicaba que había un reclutamiento medio mayor en el GNDL a lo largo del test. Por esto, y porque la RMS en el que se modifica la pelvis es un instante subjetivo por el examinador, consideramos que tiene mayor relevancia la información dada por la RMS media total del test. Además, como queda indicado en el apartado de resultados, el GNDL tiene una menor modificación de la pelvis a lo largo del test. Esto podría ser porque tienen un mayor reclutamiento y activación de la musculatura superficial extensora lumbar. Consideramos que esta musculatura no es la más óptima para hacer el trabajo de estabilización de la pelvis ya que realmente la función es principalmente de la musculatura profunda pero también tiene un papel importante. Sin embargo, que los individuos sin LBP tengan una mejor respuesta de esta musculatura superficial no significa que haya una mejor estabilidad de la pelvis ya que como vemos en el Rocking Forwards, hay una mayor modificación en

la pelvis en el GNDL. Por otro lado, que haya LBP normalmente implica un control motor y una estabilidad alterada (Behannah y cols 2018).

Respecto a la RMS en el test de Rocking forwards cuando se modifica la pelvis, es mayor en el GNDL con una media de reclutamiento en este instante de 41uV frente a 22uV en el GNDL.

Respecto a la simetría entre ambos lados de la musculatura superficial extensora lumbar comparando los dos grupos, es en todas las pruebas mayor en los individuos sin LBP. Este hecho podría ser un factor que repercute en la presencia de LBP y en una contracción de peor calidad. Diversos estudios han demostrado que la coactivación coordinada de los músculos del tronco aumenta la rigidez de la columna y confiere estabilidad a sus estructuras (Vera-García y cols 2007; Vera-García y cols 2006). Por el contrario, la estabilidad se reduce si los músculos del tronco no se activan con un patrón de coactivación adecuado. (Vera-García y cols 2013).

En cuanto a cuantos grados cambia la posición de la pelvis durante la realización de ambos test, observamos que en el Rocking backwards hay más cambios hacia la retroversión en los individuos con LBP, en concreto 8° de media entre los grupos, pero en el Rocking forwards hay más cambio hacia la anteversión pélvica en los individuos sin LBP en concreto 5,42° de media. Hay diversos estudios que afirman que aquellos individuos con LBP tienen un ROM reducido sugiriendo un aumento en la rigidez del tronco durante la realización de diversas actividades funcionales (Rowly y cols 2019; Laird y cols 2019).

Limitaciones del estudio

La limitación principal del estudio fue una muestra muy reducida.

El conocer el momento en que se modifica la pelvis en los diferentes test, supuso una limitación ya que depende del observador. Este hecho se intentó minimizar marcando en el mínimo momento de cambio de la posición de la pelvis.

Por último, en futuras investigaciones sería interesante monitorizar la musculatura profunda del transversal del abdomen y multifidos, entre otros, para poder obtener un mejor estado de la

musculatura estabilizadora lumbar implicada. Este hecho nos ha limitado la posterior interpretación de los resultados obtenidos.

CONCLUSIÓN.

En este trabajo podemos concluir, sabiendo que la muestra es pequeña, que los individuos con LBP tienen una menor activación de la musculatura superficial lumbar y una peor simetría durante la realización de los test Rocking Forwards y Rocking Backwards aunque los resultados obtenidos entre los grupos no muestran diferencias estadísticamente significativas.

En el test se Sorensen se ha visto que los individuos con LBP aguantan más segundos pero el reclutamiento muscular es de media mayor en el GNDL.

En el Rocking Backwards tienen una mayor modificación de la pelvis el GDL y la activación muscular media en este momento es mayor en el GDL. En el Rocking forwards hay mayor modificación de la pelvis en el GNDL y una activación muscular media mayor en el GNDL.

Implicaciones clínicas: La gente con LBP debería hacer un trabajo supervisado por fisioterapeutas para mejorar la actividad de esta musculatura y su simetría ya que normalmente estos individuos tienen una peor contracción y además asimétrica.

Si se demuestra que estos test de evaluación del control motor son fiables, podrían ser de gran utilidad clínica formando una herramienta importante en la práctica clínica diaria.

ANEXOS.

FIGURA 1: DIAGRAMA DE FLUJO

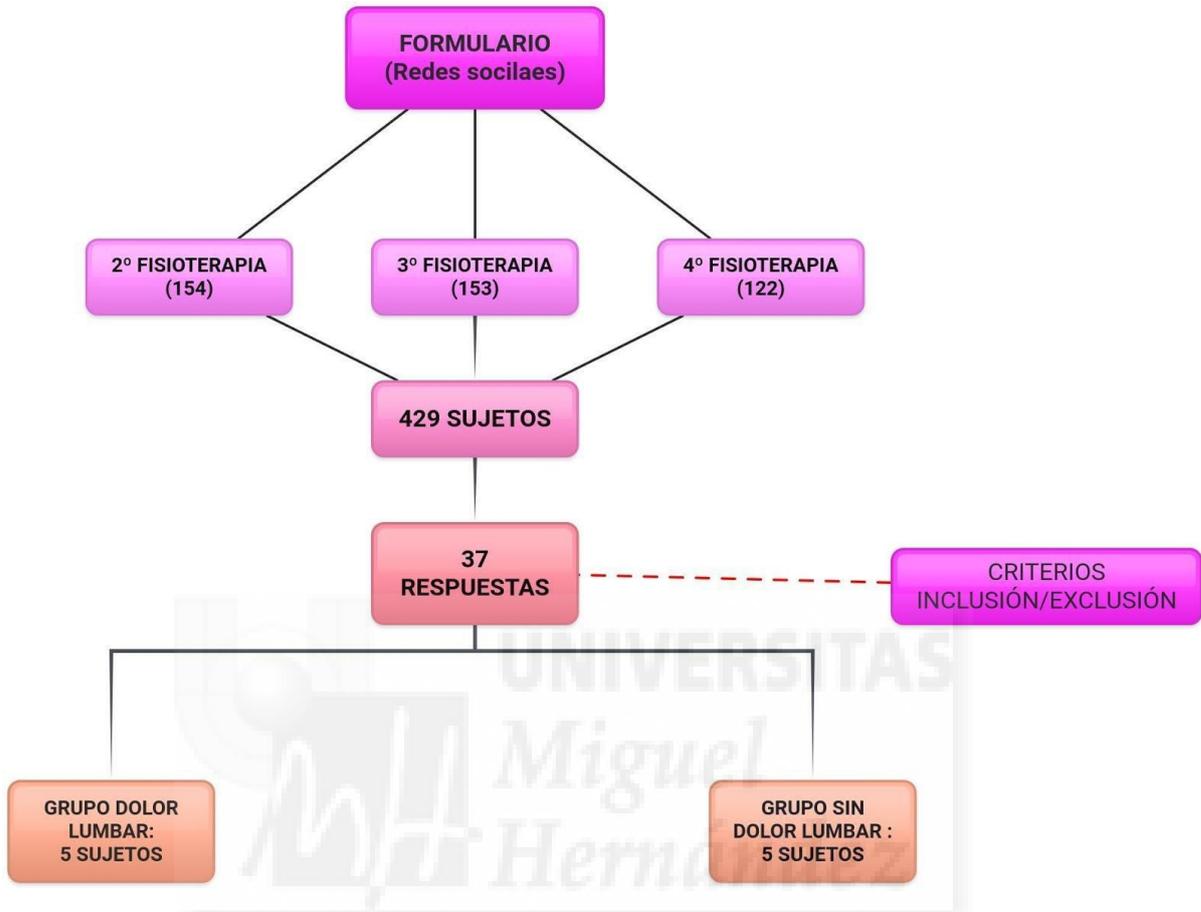


FIGURA 2: EVA.

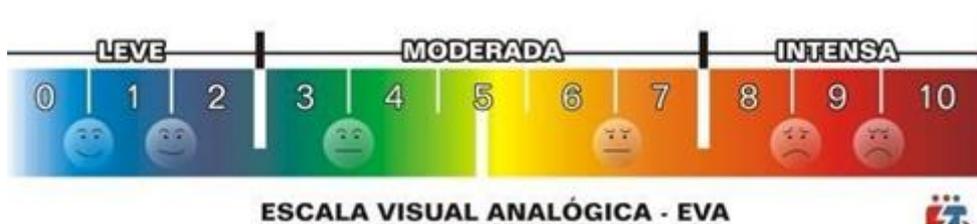


FIGURA 3: ESCALA DE OSWESTRY.

ESCALA DE INCAPACIDAD POR DOLOR LUMBAR DE OSWESTRY

Por favor lea atentamente: Estas preguntas han sido diseñadas, para que su médico conozca hasta qué punto su dolor de columna le afecta su vida diaria. Responda a todas las preguntas, señalando en cada una, sólo aquella respuesta que más se aproxime a su caso. Aunque usted piense que más una respuesta se puede aplicar a su caso, marque sólo aquella que describa MEJOR su problema.

1. INTENSIDAD DEL DOLOR

- Puedo tolerar el dolor sin necesidad de tomar analgésicos.
- El dolor es fuerte, pero aún así me arreglo sin tomar analgésico.
- Los analgésicos me alivian completamente el dolor.
- Los analgésicos me alivian un poco el dolor.
- Los analgésicos apenas me alivian el dolor.
- Los analgésicos no me quitan el dolor y no los tomo.

2. CUIDADOS PERSONALES (Lavarse, vestirse, etc.)

- Me puedo ocupar de mí mismo normalmente, sin causar aumento del dolor.
- Me puedo ocupar de mí mismo normalmente, pero esto me aumenta el dolor.
- Lavarme, vestirme, etc. me produce dolor y tengo que hacerlo despacio y con cuidado.
- Necesito alguna ayuda, pero en general me valgo por mí mismo.
- Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas.
- No me puedo vestir solo, me lavo con dificultad y suelo quedarme en la cama.

3. LEVANTAR PESO

- Puedo levantar objetos pesados sin aumento del dolor.
- Puedo levantar objetos pesados, pero aumenta el dolor.
- El dolor me impide levantar objetos pesados desde el suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (ejemplo sobre una mesa).
- El dolor me impide levantar objetos pesados, pero sí puedo levantar objetos ligeros o medianos si están en un sitio cómodo.
- Sólo puedo levantar pesos muy livianos.
- No puedo levantar ni elevar ningún objeto.

4. CAMINAR

- El dolor no me impide caminar.
- El dolor me impide caminar más de un kilómetro.
- El dolor me impide caminar más de 500 metros.
- El dolor me impide caminar más de 250 metros.
- Sólo puedo caminar con bastón o muletas.
- Estoy en cama casi todo el tiempo y debo arrastrarme para ir al baño.

5. ESTAR SENTADO

- Puedo sentarme el tiempo que yo quiera en cualquier tipo de asiento.
- Puedo sentarme el tiempo que yo quiera, solo en mi silla favorita.
- El dolor me impide estar sentado por más de una hora.
- El dolor me impide estar sentado por más de media hora.
- El dolor me impide estar sentado por más de diez minutos.
- El dolor me impide estar sentado.

6. ESTAR DE PIE

- Puedo permanecer parado tanto tiempo como quiera sin aumento del dolor.
- Puedo permanecer parado tanto tiempo como quiera pero aumenta el dolor.
- El dolor me impide estar de pie por más de una hora.
- El dolor me impide estar de pie por más de media hora.
- El dolor me impide estar de pie por más de diez minutos.
- El dolor me impide en absoluto estar de pie.

7. DORMIR

- El dolor no me impide dormir bien.
- Sólo puedo dormir bien tomando pastillas.
- Incluso tomando pastillas duermo menos de seis horas.
- Incluso tomando pastillas duermo menos de cuatro horas.
- Incluso tomando pastillas duermo menos de dos horas.
- El dolor me impide totalmente dormir.

8. ACTIVIDAD SEXUAL

- Mi actividad sexual es normal y no me causa dolor.
- Mi actividad sexual es normal pero me aumenta el dolor.
- Mi actividad sexual es casi normal pero muy dolorosa.
- Mi actividad sexual se ha visto muy limitada a causa del dolor.
- Mi actividad sexual es prácticamente nula por dolor.
- El dolor me impide todo tipo de actividad sexual.

9. VIDA SOCIAL

- Mi vida social es normal y no me causa dolor.
- Mi vida social es normal pero aumenta la intensidad del dolor.
- El dolor no tiene ninguna consecuencia en mi vida social, aparte de limitar mis inclinaciones por las actividades físicas más activas como bailar, etc.
- El dolor ha restringido mi vida social, ya no salgo tan a menudo.
- El dolor ha restringido mi vida social a mi casa.
- No tengo vida social a causa del dolor.

10. VIAJES

- Puedo viajar a cualquier sitio sin aumento del dolor.
- Puedo viajar a cualquier sitio pero aumenta el dolor.
- El dolor es intenso pero realizo viajes de más de dos horas.
- El dolor me limita a viajes de menos de una hora.
- El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora.
- El dolor me impide todo viaje excepto ir al médico o ir al Hospital.

FIGURA 4: ESCALA ROLAND-MORRIS



ESCALA DE ROLAND-MORRIS

© Fundación Kovacs. La utilización de la versión española de la escala de Roland-Morris es libre para su uso clínico. No obstante, debe indicarse que su copyright pertenece a la Fundación Kovacs y para cualquier otro fin debe citarse la referencia de su publicación (Kovacs FM, Llobera J, Gil del Real MT, Abrams V, Ostoso M, Fernández C and the Kovacs-Atención Primaria Group. Validation of the Spanish version of the Roland Morris Questionnaire. Spine 2002;27:538-542).

Cuando le duele la espalda, puede que le sea difícil hacer algunas de las cosas que habitualmente hace. Esta lista contiene algunas de las frases que la gente usa para explicar cómo se encuentra cuando le duele la espalda (o los riñones). Cuando las lea, puede que encuentre algunas que describan su estado de hoy. Cuando lea la lista, piense en cómo se encuentra usted hoy. Cuando lea usted una frase que describa cómo se siente hoy, póngale una señal. Si la frase no describe su estado de hoy, pase a la siguiente frase. Recuerde, tan solo señale la frase si está seguro de que describe cómo se encuentra usted hoy.

- 1.- Me quedo en casa la mayor parte del tiempo por mi dolor de espalda.
- 2.- Cambio de postura con frecuencia para intentar aliviar la espalda.
- 3.- Debido a mi espalda, camino más lentamente de lo normal.
- 4.- Debido a mi espalda, no puedo hacer ninguna de las tareas que habitualmente hago en casa.
- 5.- Por mi espalda, uso el pasamanos para subir escaleras.
- 6.- A causa de mi espalda, debo acostarme más a menudo para descansar.
- 7.- Debido a mi espalda, necesito agarrarme a algo para levantarme de los sillones o sofás.
- 8.- Por culpa de mi espalda, pido a los demás que me hagan las cosas.
- 9.- Me visto más lentamente de lo normal a causa de mi espalda.
- 10.- A causa de mi espalda, sólo me quedo de pie durante cortos periodos de tiempo.
- 11.- A causa de mi espalda, procuro evitar inclinarme o arrodillarme.
- 12.- Me cuesta levantarme de una silla por culpa de mi espalda.
- 13.- Me duele la espalda casi siempre.
- 14.- Me cuesta darme la vuelta en la cama por culpa de mi espalda.
- 15.- Debido a mi dolor de espalda, no tengo mucho apetito.
- 16.- Me cuesta ponermelos calcetines - o medias - por mi dolor de espalda.
- 17.- Debido a mi dolor de espalda, tan solo ando distancias cortas.
- 18.- Duermo peor debido a mi espalda.
- 19.- Por mi dolor de espalda, deben ayudarme a vestirme.
- 20.- Estoy casi todo el día sentado a causa de mi espalda.
- 21.- Evito hacer trabajos pesados en casa, por culpa de mi espalda.
- 22.- Por mi dolor de espalda, estoy más irritable y de peor humor de lo normal.
- 23.- A causa de mi espalda, subo las escaleras más lentamente de lo normal.
- 24.- Me quedo casi constantemente en la cama por mi espalda.

FIGURA 5A: SIMETRÍA NORMAL.

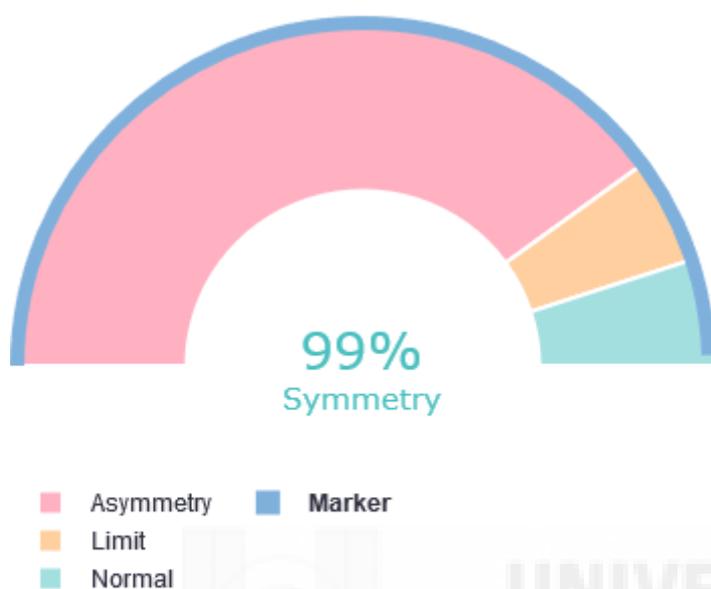


FIGURA 5B: SIMETRÍA LÍMITE.

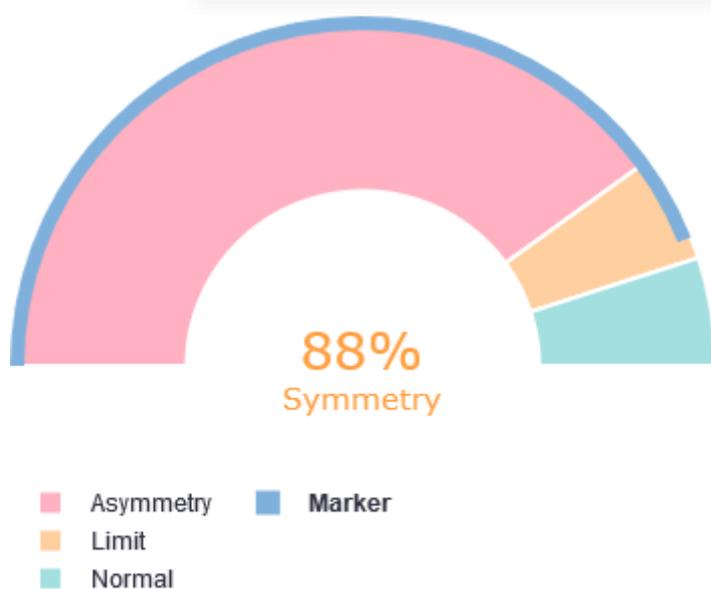


FIGURA 5C: ASIMETRÍA.

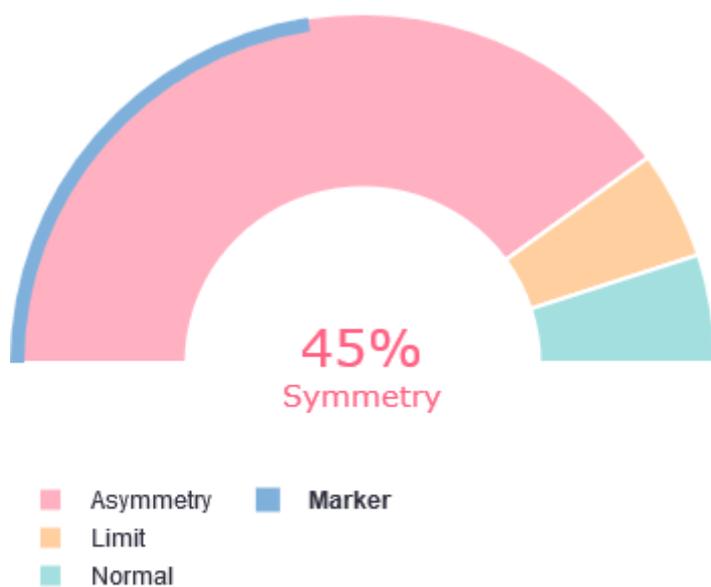


FIGURA 6: ANAMNESIS.



ANAMNESIS.

Nombre y apellidos:

Edad: Sexo: M / F Peso: kg Altura: m

¿Practica algún deporte? SI NO

En caso afirmativo, ¿Qué deporte practica?

¿Ha tenido más de un episodio de dolor lumbar hace menos de tres meses?

Cuando ha tenido el dolor lumbar, ¿le ha impedido seguir con sus actividades de la vida diaria?

Cuando ha tenido el dolor lumbar, ¿se ha tomado alguna medicación para aliviarlo?

¿Cuánto tiempo le ha durado este episodio de dolor aproximadamente?



FIGURA 7: DIAGRAMA DE INTERVENCIÓN:



FIGURA 8A: SORENSEN CON APOYO



FIGURA 8B: SORENSEN SIN APOYO



FIGURA 9A: POSICIÓN INICIAL ROCKING BACKWARDS Y FORWARDS.

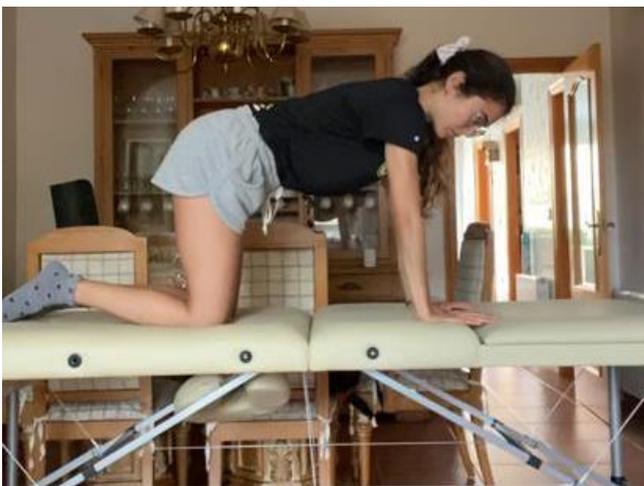


FIGURA 9B: POSICIÓN FINAL ROCKING BACKWARDS.



FIGURA 9C: POSICIÓN FINAL ROCKING FORWARDS.



FIGURA 10: PASOS MDURANCE.

PASOS A SEGUIR EN EL PROGRAMA MDURANCE:

1. Encender el la Tablet y el electromiógrafo y conectarlos por vía Bluetooth.
2. Introducir los datos del paciente y que firme el consentimiento informado.
3. Seleccionar la musculatura a testar. En este caso primero seleccionamos cuello y hombro, y a continuación erector espinal L1 derecho y erector espinal L1 izquierdo.
4. Seleccionar prueba (Test de Sorensen), en isometría.
5. Colocar los electrodos donde corresponde. En este caso colocamos dos electrodos en ambos lados a la altura de L1, y un electrodo en el sacro como punto neutro.
6. Cinchar al sujeto por los sitios nombrados anteriormente mientras está apoyado en la silla.
7. Retirar la silla y apoyo de las manos del sujeto sobre el suelo.
8. Al recibir una señal verbal se inicia el Test de Sorensen.
9. Descinchar al individuo y descanso de un par de minutos.
10. Rocking backwards. Es dinámica. Al finalizar la prueba anterior le damos a “nueva medición” y cambiamos el nombre del test. Volvemos a seleccionar toda la musculatura. A continuación iniciamos la prueba y antes de que el sujeto inicie movimiento le damos al emoticono de la chincheta (ev2) para ver el reclutamiento de la musculatura en este momento (cuadrupedia). Después el paciente hace la prueba y en el momento que veamos que se altera la posición de la pelvis en retroversión o que se finaliza la prueba damos a la chincheta otra vez (ev 1).
11. Rocking backwards. Es dinámica. Volvemos a seleccionar “nueva medición” para cambiarle el nombre a la prueba. Seleccionamos toda la musculatura e iniciamos el test. Al igual que anteriormente, marcamos la chincheta al inicio y al final del test o cuando el sujeto modifique la pelvis.

TABLA 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

VARIABLES	GRUPO 1	GRUPO 2	P-VALOR
Edad	21, 6± 0,98	22,8±4,20	0,8283
Talla	169,4±13,74	172,8±10,94	0,6771
EVA	1,20±2,17	0±0	NA
OSWESTRY	0,10±0,07	0±0	NA
ROLAND-MORRIS	0,07±0,06	0±0	NA
SEGUNDOS (1)	108,60±24,95	101,4±20,14	0,6297
RMS_max_Der1	176,21±92,90	175,84±32,82	0,9936
RMS_max_Iz1	177,90±69,03	186,99±56,36	0,8275
RMS_med_Der1	84,98±36,60	84,80±16,91	0,9925
RMS_med_Iz1	75,27±31,33	91,52±19,31	0,358
DIST_Der1	0,53±0,050	0,48±0,04	0,1453
DIST_Iz1	0,47±0,05	0,52±0,04	0,1453
SIMETRÍA1	0,86±0,13	0,88±0,08	0,689
GRADOS (2)	14,05±8,78	6,82±3,98	0,1484
SEGUNDOS (2)	24±6,20	17±1,22	0,06408

RMS_max_Der2	63,11±62,08	63,94±20,30	0,9786
RMS_max_Iz2	51,88±33,76	65,71±22,07	0,4686
RMS_med_Der2	25,22±22,35	28,27±9,92	0,791
RMS_med_Iz2	20,87±17,21	26,77±10,75	0,5371
RMS_pelv_Der2	26,30±29,06	19,00±33,68	0,7235
RMS_pelv_Iz2	26,62±24,20	28,66±16,18	0,8797
DIST_Der2	0,53±0,13	0,52±0,07	0,7986
DIST_Iz2	0,47±0,13	0,48±0,07	0,7986
SIMETRÍA2	0,70±0,20	0,81±0,11	0,366
GRADOS (3)	-9,59±26,89	-15,01±10,38	0,6912
SEGUNDOS (3)	14,8±2,68	11,6±2,88	0,1069
RMS_max_Der3	68,16±49,99	55,73±43,75	0,6868
RMS_max_Iz3	51,24±26,60	62,20±61,13	0,7269
RMS_med_Der3	22,69±16,97	21,60±16,39	0,9204
RMS_med_Iz3	16,60±7,57	21,81±18,26	0,5794
RMS_pelv_Der3	25,74±25,05	42,82±37,91	0,4285
RMS_pelv_Iz3	17,31±8,23	39,33±31,99	0,2022
DIST_Der3	0,54±0,09	0,497±0,07	0,4182
DIST_Iz3	0,46±0,09	0,50±0,07	0,4185

SIMETRÍA3	0,81±0,21	0,81±0,12	0,986
------------------	-----------	-----------	-------

TABLA 2: RESULTADOS TEST DE SORENSEN:

G1	FATIGA	SE G	RMSmáx D	RMSmax I	RMSmed D	RMSmed I	DistD	DistI	SIM E
1	SI	111	163	188	87,91	86,69	50,35 %	49,65 %	99%
2	SI	128	315	255	127,74	84,79	60,1%	39,9%	66%
3	SI	128	187,05	226	95,74	109,1	46,74 %	53,26 %	88%
4	SI	67	54	82,31	26,65	24,86	51,73 %	48,27 %	93%
5	SI	109	162,05	138,22	86,86	70,89	55,06 %	44,94 %	82%
G2	FATIGA	SE G	RMSmáx D	RMSmax I	RMSmed D	RMSmed I	DistD	DistI	SIM E
1	SI	79	193	189	99,67	89,46	52,70 %	47,30 %	99%
2	SI	126	125	109	61,17	59,22	50,81 %	49,19 %	97%
3	SI	84	160	186	81,92	103	44,3%	55,70 %	80%
4	SI	116	198	268,47	102,6	107,97	48,73 %	51,27 %	95%
5	SI	102	203	190	78,64	97,93	44,54 %	55,46 %	80%

TABLA 3: RESULTADOS ROCKING BACKWARDS:

G1	GRADOS	SEG	RMS máxD	RMS maxI	RMS medD	RMS medI	RMS pelvis	RMS pelvis	DistD	DistI	SIME
1	7,65	20	28	34	10,4	13,47	8	24	43,57%	56,43 %	77%
2	12,08	32	169	102	61,66	44,36	75	65	58,16%	41,84 %	72%
3	28,26	25	51	21,18	20,52	7,08	10	8	74,34%	25,66 %	35%
4	6,41	16	12	31	4,81	5,86	7	5	45,07%	54,93 %	82%
5	15,85	27	56	71	28,74	33,6	32	31	46,10%	53,90 %	86%

G2	GRADOS	SEG	RMS máxD	RMS maxI	RMSmedD	RMS medI	RMS pelvis	RMS pelvis	DistD	DistI	SIME
1	11,36	17	69,46	52	27,44	19,22	39,82	23,52	58,81 %	41,19 %	70%
2	8,95	16	46	41	19	15,39	11	15	55,25 %	44,75 %	81%
3	6,2	17	72	75	34,2	29,15	57	46	53,99 %	46,01 %	85%
4	6,92	16	91	98	41,82	43,21	-32,02	12,79	49,18 %	50,82 %	97%
5	0,68	19	42	64	18,88	26,9	19	46	41,24 %	58,76 %	70%

TABLA 4: RESULTADOS ROCKING FORWARDS:

G1	GRADOS	SEG	RMS máxD	RMS maxI	RMS medD	RMS medI	RMS pelvis	RMS pelvis	DistD	DistI	SIM
1	-13,11	13	119	79	21,89	18,42	23	24	54,31 %	45,69 %	84%
2	36,43	17	65	66	26,53	24,93	21	26,09	51,55 %	48,45 %	94%
3	-30,07	17	119	65,93	49,16	22,07	11	8	69,02 %	30,98 %	45%
4	-27,72	11	18	19	7,24	7,28	14	31	49,85 %	50,15 %	99%
5	-13,46	16	21	26	8,63	10,28	78	93	45,65 %	54,36 %	84%

G2	GRADOS	SEG	RMS máxD	RMS maxI	RMS medD	RMS medI	RMS pelvis	RMS pelvis	DistD	DistI	SIM
1	-17,83	15	109	68	36,81	23,7	90	39	60,84 %	39,16 %	64%
2	-6,17	10	27	28	12,98	13,94	21	26,09	48,21 %	51,79 %	93%
3	-8,61	8	16	16	6,62	6,19	11	8	51,69 %	48,31 %	93%
4	-10,55	14	30	34	9,85	12,73	14	31	43,62 %	56,38 %	77%
5	-31,86	11	98	165,9 6	41,75	52,49	78	93	44,30 %	55,70 %	80%

BIBLIOGRAFÍA

1. Traeger AC, Moseley GL, Hübscher M, Lee H, Skinner IW, Nicholas MK, et al. Pain education to prevent chronic low back pain : a study protocol for a randomised controlled trial. 2014;1–7.
2. Sung Y, Wu J. The Visual Analogue Scale for Rating , Ranking and Paired-Comparison (VAS-RRP): A new technique for psychological measurement. 2018;1694–715.
3. Wei J, Zhu H, Wang F, Fan Y, Zhou H. Clinical utility of flexion-extension ratio measured by surface electromyography for patients with nonspecific chronic low-back pain. :35–9.
4. Vandenberghe JP, Elm E Von, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. ´ n de estudios observacionales en epidemiologí ´ a Mejorar la comunicacio ´ n y elaboracio ´ n (STROBE): explicacio. 2009;23(2):1–28.
5. Jinny O, Tavee, MD; Kerry H. Levin, MD, FAAN. Low Back Pain. 2017;467–86.
6. Sanderson A, Rushton AB, Valdes EM, Heneghan NR, Gallina A, Falla D. The effect of chronic , non- specific low back pain on superficial lumbar muscle activity : a protocol for a systematic analysis review and meta- . 2019;1–7.
7. Especial C, Alc S, Fl T, Ech C, Garc F. Escala de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry. 2006;40(3).
8. Rubens A, Vieira ER, Léonard G, Beaulieu L, Ngomo S, Nowotny AH, et al. Gait & Posture Age- and low back pain-related differences in trunk muscle activation during one-legged stance balance task. Gait Posture [Internet]. 2019;69(May 2018):25–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.01.016>

9. Banos O, Moral-munoz JA, Diaz-reyes I, Arroyo-morales M, Damas M, Herrera-viedma E, et al. mDurance: A Novel Mobile Health System to Support Trunk Endurance Assessment. 2015;13159–83.
10. Macdonald D, Moseley GL, Hodges PW. Why do some patients keep hurting their back ? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. Pain [Internet]. 2009;142(3):183–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.2008.12.002>
11. Sihvonen T, Leino E, Pitkdnen M, Manninen H. Exercise Therapy Effects on Functional Radiographic Findings and Segmental Electromyographic Activity in Lumbar Spine Instability. 1993;(September):933–9.
12. Latimer J, Maher CG, Refshauge K, Colaco I, Phty B. The Reliability and Validity of the Biering – Sorensen Test in Asymptomatic Subjects and Subjects Reporting Current or Previous Nonspecific Low Back Pain. 1999;24(20):2085–90.
13. Laird RA, Gilbert J, Kent P, Keating JL. Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain : a systematic review and meta-analysis. 2014;15(1):1–13.
14. K. Michael Rowley, Jo Armur Smith, Kornelia Kulig. Reduced trunk coupling in persons with recurrent low back pain is associated with greater deep-to-superficial trunk muscle activation during Balance-Detrecity Task. 2019 (323).
15. I J. ORIGINAL TRUNK MUSCLE ACTIVATION IN SPINE. 2013;13:673–85.
16. Hodges PW. Changes in Structure and Function of the Back Muscles in Low Back Pain: Different Time Points, Observations, and Mechanisms. 2019;49(6):464–76.
17. Hodges PW, Moseley GL, Gabrielsson A, Gandevia SC. Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. 2003;262–71.

18. Henschke N, Maher CG, Refshauge KM, Herbert RD, Cumming RG, Bleasel J, et al. Prognosis in patients with recent onset low back pain in Australian primary care : inception cohort study. :1–7.
19. Hemming R, Sheeran L, Deursen R Van, Sparkes V. Investigating differences in trunk muscle activity in non-specific chronic low back pain subgroups and no-low back pain controls during functional tasks : a case- control study. 2019;2:1–10.
20. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, et al. Series Low back pain 1 What low back pain is and why we need to pay attention. 2018;391.
21. Luomajoki H, Kool J, Bruin ED De, Airaksinen O. Reliability of movement control tests in the lumbar spine. 2007;11.
22. Elvira LL, Brown SHM, McGill SM, Vera-garcia FJ. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. 2007;17:556–67.
23. Vera-garcia FJ, Brown SHM, Gray JR, McGill SM. Effects of different levels of torso coactivation on trunk muscular and kinematic responses to posteriorly applied sudden loads. 2006;21:443–55.
24. Na D, Li-zheng L, Xian-jia Y, Qingqing L, Shih-ching Y. Journal of Industrial Information Integration Classification of multichannel surface-electromyography signals based on convolutional neural networks. 2019;15(July 2018):201–6.
25. Diee JH Van. Trunk Muscle Recruitment Patterns in Patients With Low Back Pain Enhance the Stability of the Lumbar Spine. 2003;28(8):834–41.

26. Coorevits P, Danneels L, Cambier D, Ramon H, Vanderstraeten G. Assessment of the validity of the Biering-S ϕ rensen test for measuring back muscle fatigue based on EMG median frequency characteristics of back and hip muscles. 2008;18:997–1005.
27. Clark BC, Manini TM, Ploutz-snyder LL. Derecruitment of the Lumbar Musculature With Fatiguing Trunk Extension Exercise. 2003;28(3):282–7.
28. Christian Larivière, Jean-Alexandre Bucher, Hakin Mecheri, Daniel Ludvig. Mainteining lumbar spine stability: a study of the specific and combined effects of abdominal activation and lumbocacral orthosis on lumbar intinsec stiffness. 2019.
29. Behennah J, Conway R, Fisher J, Osborne N, Steele J. Clinical Biomechanics The relationship between balance performance , lumbar extension strength , trunk extension endurance , and pain in participants with chronic low back. Clin Biomech [Internet]. 2018;53(August 2017):22–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.01.023>
30. Bauer y cols 2017. The effect of fatigues and low back pain on lumbar movement variability and complexity.pdf.
31. Sherman A, Bruno M. Electromyographic recordings of low back pain subjects and non-pain controls in six different positions : effect of pain levels 1. 1991;45:23–8.