

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Evaluación de la actividad electromiográfica superficial de la musculatura lumbar en pacientes sin dolor vs pacientes con dolor lumbar.

Una revisión bibliográfica.

AUTOR: Gómez Gómez, Pablo.

No Expediente: 2278

TUTOR: Gascón Jaén, Jaime

Curso académico 2020-2021.

Convocatoria de junio

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVO	6
3. MATERIAL Y MÉTODOS	7
4. RESULTADOS	10
5. DISCUSIÓN	13
6. CONCLUSIÓN	17
7. BIBLIOGRAFÍA	18
8. ANEXOS	23



RESUMEN

Antecedentes: El dolor lumbar es una enfermedad compleja y multifactorial, es la principal causa de discapacidad a nivel mundial y la afección musculoesquelética más prevalente. El 90% de las lumbalgias son de origen inespecífico, por lo que la literatura se centra en comprender los mecanismos del mantenimiento del dolor lumbar; entre ellos, las diferencias en la activación muscular.

Objetivos: Conocer a través de la literatura científica, las diferencias en la activación de la musculatura lumbar en pacientes sin dolor vs pacientes con dolor lumbar al realizar distintas tareas estáticas y/o dinámicas, medido con EMG de superficie.

Material y métodos: Se realizó una revisión bibliográfica siguiendo las directrices PRISMA, en las bases de datos: MedlinePlus, Pubmed, PEDro, Scopus, ScienceDirect y Web of Science. Se revisaron estudios transversales, publicados a partir de 2011, que realizan mediante EMG superficial, una valoración de la actividad de la musculatura lumbar en sujetos con dolor lumbar vs sujetos sanos. Se utilizó la Newcastle Ottawa Scale (NOS) modificada para evaluar la calidad metodológica.

Resultados/Discusión: Se incluyeron un total de 18 estudios transversales. Se observó en pacientes con dolor lumbar una mayor activación de la musculatura superficial y una menor activación de la musculatura profunda. Además, manifestaron un retraso en la activación de la musculatura profunda junto con una menor distribución espacial de la actividad. El tipo de estudio fue una limitación.

Conclusión: Las personas con dolor lumbar muestran un patrón de activación diferente al de las personas asintomáticas.

Palabras clave: “dolor lumbar”, “EMG”, “electromiografía”.

ABSTRACT

Background: Low back pain is a complex and multifactorial disease, it is the leading cause of disability worldwide and the most prevalent musculoskeletal condition. 90% of low back pain is of non-specific origin, so the literature focuses on understanding the mechanisms of maintenance of low back pain; between them, the differences in muscle activation.

Objectives: To know, through the scientific literature, the differences in the activation of the lumbar musculature in patients without pain vs patients with low back pain when performing different static and / or dynamic tasks, measured with surface EMG.

Material and methods: A bibliographic review was carried out following the PRISMA guidelines, in the databases: MedlinePlus, Pubmed, PEDro, Scopus, ScienceDirect and Web of Science. Cross-sectional studies, published since 2011, that perform an assessment of the activity of the lumbar musculature in subjects with low back pain vs. healthy subjects, using superficial EMG, were reviewed. The modified Newcastle Ottawa Scale (NOS) was used to assess methodological quality.

Results/Discussion: A total of 18 cross-sectional studies were included. In patients with low back pain, greater activation of the superficial muscles and less activation of the deep muscles were observed. In addition, they showed a delay in the activation of the deep muscles together with a lower spatial distribution of the activity. The type of study was a limitation.

Conclusion: People with low back pain showed a different muscle activation pattern than asymptomatic people.

Keywords: "low back pain", "EMG", "electromyography".

1. INTRODUCCIÓN

El dolor lumbar es una enfermedad compleja y multifactorial, que cursa con discapacidad y dolor, relacionado con factores físicos, neurofisiológicos, psicológicos y sociales (*Mannion et al., 2001*). Se define como dolor localizado debajo del margen costal y por encima del pliegue glúteo inferior, con o sin dolor referido en las piernas; se puede clasificar como “específico” (cuando se sospecha una causa patológica) o “inespecífico” cuando no se conoce una causa etiológica (alrededor del 90% de los casos) (*Woolf y Pfleger, 2003*). Atendiendo a la evolución del dolor, se puede clasificar en lumbalgia aguda cuando el dolor dura menos de 6 semanas, y dolor lumbar crónico cuando el dolor persiste durante más de 12 semanas, cursando con dolor incapacitante durante la mitad de los días en los últimos 6 meses (*Woolf y Pfleger, 2003*). La mayoría de los casos de dolor lumbar se resuelven en 2-6 semanas y solo un pequeño porcentaje progresa a dolor de espalda persistente o crónico (*Hartvigsen, 2018*).

El dolor lumbar es la principal causa de discapacidad a nivel mundial, (*Maher et al., 2017*). La organización mundial de la salud (OMS), informa que el dolor lumbar es la afección musculoesquelética más prevalente; afecta a casi todo el mundo en algún momento de su vida, alrededor del 4 al 33% de la población ha sufrido dolor lumbar en un momento dado (*Woolf y Pfleger, 2003*). Se estima que el dolor lumbar limitante de la actividad tuvo una prevalencia puntual global del 7,3% en 2015, lo que significa que aproximadamente 540 millones de personas se vieron afectadas en algún momento (*Maher et al., 2017*). Además, según la revisión bibliográfica de (*Meucci et al, 2015*), la prevalencia del dolor lumbar en los individuos de entre 24 y 39 años es de 4,2% y un 19,6% entre adultos de entre 20 y 59 años.

Debido a esta alta prevalencia se está convirtiendo en un desafío para la sanidad pública ya que supone un gran coste económico a nivel sanitario, de manera que en EE. UU., se estimó que el gasto directo anual del dolor lumbar es de 100.000 millones de dólares estadounidenses y de 2.000 a 4.000 millones de euros al año en Europa (*Indrakanti et al., 2012*).

El ejercicio activo junto con el entrenamiento de la musculatura abdominal y lumbar es uno de los tratamientos indicados en el manejo del dolor lumbar crónico (*Borghuis et al., 2008*), suponiendo una mejora en la activación de la musculatura lumbar profunda, fundamental en la estabilización de la columna (*Wang et al., 2012*).

Según *Panjabi (1992)*, el sistema estabilizador de la columna se divide en tres subsistemas: columna vertebral; musculatura espinal y la unidad de control neuronal; de manera que, la estabilidad de la columna depende de la compleja interacción de estos tres sistemas. Las alteraciones en uno o más de estos tres mecanismos estabilizadores causa lesión tisular y/o dolor lumbar (*Panjabi, 2003*).

Un factor físico potencial que padecen los pacientes con dolor lumbar frente a la gente sin dolor, es la variación en el nivel de activación de la musculatura extensora lumbar (*Falla y Hodges, 2017*). Esta variación en la actividad, es debida al dolor, el cual va a afectar de manera directa o indirecta a la estructura y función del multifido, (produciéndose debido al desuso de dicha musculatura, un aumento de la infiltración grasa y un cambio del tipo de fibras musculares, de lentas a rápidas); haciendo que los pacientes con dolor lumbar hagan un uso excesivo de la musculatura superficial (erector espinal y multifido superficial), frente a una inhibición en la activación de la musculatura profunda (transverso abdominal y multifido profundo) (*Hodges y Danneels, 2019*). Esta variación en el patrón de activación de la musculatura lumbar modifica la distribución de la carga a través de las estructuras de la columna, contribuyendo al mantenimiento y/o perpetuación del dolor. (*Falla y Hodges, 2017*).

La electromiografía (EMG) nos permite registrar esa variación en la actividad eléctrica de un músculo durante la contracción muscular, utilizando electrodos de superficie (EMG superficial), o mediante electrodos de aguja (EMG intramuscular) (*Merletti y Farina, 2016*). La EMG superficial ofrece un medio no invasivo para registrar la actividad de la musculatura superficial, ya sea entre dos puntos de un músculo o en una región 2D del músculo, como en la EMG de alta densidad (HDEMG) (*Merletti y Farina, 2016*).

Sin embargo, el 90% de las lumbalgias son de origen inespecífico (*Woolf y Pfleger, 2003*), esta dificultad en el diagnóstico va a hacer que los estudios se centren en comprender los mecanismos subyacentes al mantenimiento del dolor lumbar crónico inespecífico (*Sanderson et al., 2019*). Por ello, se han realizado revisiones sistemáticas donde se evalúa las diferencias o el comportamiento de la musculatura lumbar en pacientes con dolor y sin dolor al realizar una tarea determinada (*Geisser et al., 2005; Ehsani et al., 2017*).

No se encontró ninguna revisión sistemática que evalúe mediante EMG superficial, el efecto del dolor lumbar en la actividad de la musculatura superficial lumbar al realizar diferentes tareas estáticas y/o funcionales en personas con dolor lumbar vs personas sin dolor, por ello se considera realizar una revisión bibliográfica para abordar dichos aspectos.



2. OBJETIVO

Se formuló la siguiente pregunta de investigación, utilizando la estrategia PICO:

- Las personas con dolor lumbar presentan diferencias en la actividad electromiográfica de la musculatura lumbar en comparación con personas sanas al realizar las mismas tareas.

Se planteó la hipótesis de que las personas con dolor lumbar emplearían una mayor activación de la musculatura lumbar, que las personas asintomáticas, al realizar las mismas tareas.

Objetivo general:

Conocer a través de la literatura científica, las diferencias que existen en la activación de la musculatura lumbar en pacientes sin dolor vs pacientes con dolor lumbar al realizar distintas tareas estáticas y/o dinámicas, medido con EMG de superficie.

Objetivos específicos:

1. Conocer el patrón de activación de la musculatura lumbar presente en pacientes con dolor.
2. Observar los cambios o las diferencias en la actividad muscular en función de la tarea realizada.
3. Evaluar la calidad metodológica de los diferentes estudios.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Esta revisión bibliográfica fue aprobada por el comité de integridad y ética; el código de investigación responsable (COIR), que acredita este trabajo de fin de grado (TFG), es el siguiente: TFG.GFI.JGJ.PGG.210129.

La revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo las directrices PRISMA (Page et al., 2021). Se realizó una búsqueda electrónica sistemática desde el 12 de enero de 2021 hasta el 11 de marzo de 2021, en las siguientes bases de datos: MedlinePlus, Pubmed, PEDro, Scopus, ScienceDirect y Web of Science.

La estrategia de búsqueda utilizada en Medline incluye las siguientes palabras clave: “electromyography”, “EMG”, “low back pain”. Se incluyeron en el MESH y estuvieron unidas mediante el operador booleano “AND”, se usó el filtro “especies humanos” y el año de publicación, desde el “01/01/2011” hasta la fecha de la realización de la revisión. Esta ecuación de búsqueda fue ligeramente adaptada para el uso en otras bases de datos con texto libre.

A los artículos seleccionados en la búsqueda preliminar se les aplicó una lectura crítica del título y del resumen y/o texto completo, para valorar si cumplen los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

Los artículos elegidos son estudios observacionales de carácter transversal, cuya población de estudio son: adultos (mayores de 18 años), con dolor lumbar inespecífico y sin dolor lumbar. Se incluyen únicamente artículos publicados en español o inglés, desde el 1/1/2011 hasta el 11/3/2021. Sólo se eligieron estudios donde se realiza una medición mediante EMG de superficie, de la actividad de la musculatura lumbar, (incluida la medición adicional de la musculatura del miembro superior/inferior). Los estudios comparan los patrones de activación de la musculatura lumbar entre los pacientes sin dolor vs pacientes con dolor lumbar durante la realización de distintas tareas estáticas y/o dinámicas.

Criterios de exclusión:

Son excluidos los artículos de carácter experimental donde se realiza cualquier tipo de intervención, como ocurre en los ensayos clínicos; también fueron excluidos los estudios de cohortes y casos y controles ya que realizan un seguimiento ya sea del tipo retrospectivo o prospectivo de las mediciones. También fueron excluidos artículos donde la población de estudio es menor de 18 años, y/o padece de dolor lumbar específico debido a una patología subyacente. Se excluyen artículos publicados antes del 1/1/2011 y cuyo objetivo principal no sea el hecho de comparar mediante EMG de superficie la activación de la musculatura lumbar en pacientes sin dolor vs pacientes con dolor lumbar inespecífico durante cualquier tipo de tarea, por lo que quedan fuera los artículos que realizan EMG intramuscular. También fueron excluidos los artículos que se encuentran en fase preliminar, sin llevar a cabo una interpretación de los resultados obtenidos.

Selección de artículos:

Para llevar a cabo la selección de los artículos, se realizó un cribado de los artículos publicados en las diferentes bases de datos (Pubmed, PEDro, Scopus, ScienceDirect, MedlinePlus y Web of science) comprobando el título/resumen de cada artículo para ver si cumplen los criterios de inclusión establecidos. Se excluyeron los artículos duplicados o cuyo título y/o resumen no estaba de acuerdo con los criterios de inclusión. A continuación, se revisaron los artículos completos y se decidió qué artículos cumplen finalmente con los criterios establecidos. Todo este proceso fue supervisado por el tutor y se detalla en el diagrama de flujo PRISMA (**Figura 1**).

Una vez elegidos los artículos, se realiza una evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo de los mismos. Para ello, se utiliza la escala Newcastle Ottawa Scale (NOS) modificada (*Modesti et al, 2016*) (**Figura 2**); es una escala derivada de la escala NOS original, adaptada para evaluar estudios transversales. Esta escala evalúa los estudios, acorde a tres categorías: selección, comparabilidad y resultado. Cada categoría tiene una serie de ítems que serán puntuados mediante estrellas.

Al final de la evaluación, un artículo puede tener como máximo una puntuación de 10 estrellas dependiendo de los ítems que cumpla positivamente, de manera que, en la categoría de selección tendrá una puntuación máxima de 5, en el apartado de comparabilidad un máximo de 2 puntos y el apartado de resultado un máximo de 3 puntos. Se considera que un artículo tiene un bajo riesgo de sesgo si presenta una puntuación entre 8-10, un riesgo medio entre 4-7 y un riesgo alto entre 0-3.



4. RESULTADOS

Los artículos seleccionados pertenecen principalmente a la base de datos Pubmed y han sido extraídos siguiendo el proceso de selección de las directrices PRISMA (*Figura 1*). Toda la información principal de los artículos viene recogida en la tabla resumen (*Tabla 1*).

Respecto a las puntuaciones de la escala NOS modificada (*Modesti et al, 2016*), encontramos que todos los artículos excepto uno (*Arab et al., 2011*), tienen una puntuación alta entre 8 y 10 puntos, indicando una calidad metodológica buena o bajo riesgo de sesgo. Solamente dos artículos (*Wattananon et al., 2019; Suehiro et al., 2015*), tuvieron una puntuación de 10, seguido de cinco artículos (*Da Silva et al., 2019; Sanderson et al., 2019/1; Lima et al., 2018; Falla et al., 2014; Sanderson et al., 2019/2*) que obtuvieron una puntuación de 9. El estudio de *Arab et al., (2011)*, obtuvo la peor puntuación en la escala NOS modificada, obteniendo un 7 e indicando una calidad metodológica media. La media de todas las puntuaciones fue de 8,44 puntos. Respecto al ítem “representatividad de la muestra”, únicamente 4 artículos utilizaron una población representativa (*Wattananon et al., 2019; Falla et al., 2014; Sanderson et al., 2019/2; Suehiro et al., 2015*). Todos los artículos obtuvieron la puntuación máxima en los ítems “No encuestados (Ratio de respuesta)” y “Comprobación de la exposición (Factor de riesgo)” pertenecientes al apartado “selección”; y en los ítems “Evaluación del resultado” y “Test estadístico” pertenecientes al apartado “resultados” (*Tabla 2*).

Según la población de estudio, todos los artículos reclutan personas con dolor lumbar inespecífico, sin embargo, no todos utilizan el mismo criterio de inclusión diagnóstico. Hubo 9 artículos (*Da Silva et al., 2019; Sanderson et al., 2019/1; Lima et al., 2018; Pereira et al., 2017; Falla et al., 2014; Abboud et al., 2014; Sanderson et al., 2019/2*) que utilizaron el mismo criterio, y fue que los pacientes habían padecido dolor lumbar durante más de 3 meses, o bien habían manifestado dolor lumbar incapacitante durante la mitad de los días en los últimos 6 meses. Los artículos restantes usaron uno propio, diferente al resto. Únicamente *Martínez-Valdés et al., (2019)*, utilizó una muestra de deportistas, remeros, que competían a nivel de clubes y/o internacional. En cambio, *Arab et al., (2011)* utilizó únicamente una población de mujeres.

Todos los artículos utilizan sujetos con dolor lumbar crónico, sin embargo, hubo cuatro artículos (*Martínez-Valdés et al., 2019; Wattananon et al., 2019; Miura y Sakuraba 2014; Suehiro et al., 2018*) que no utilizaron este tipo de pacientes (**Figura 3**).

Acorde con la intervención realizada, todos los artículos utilizaron una tarea ya sea funcional/isométrica para comparar la actividad muscular. Hubo 4 artículos (*Arab et al., 2011; Massé-Alarie et al., 2015; Suehiro et al., 2015; Wattananon et al., 2019*) que utilizaron la extensión de cadera en decúbito prono (PHE), en cambio *Hao et al., (2020)* y *Abboud et al., (2014)*, utilizaron el test de Sorensen. Hubo 3 artículos que utilizaron una tarea de levantamiento (*Sanderson et al., 2019/2; Falla et al., 2014; Suehiro et al., 2018*). Los estudios restantes utilizaron otro tipo de tareas, como el “ITO test” (*Sanderson et al., 2019/1*). El tiempo de intervención y la intensidad/frecuencia de la tarea viene determinada por cada artículo (**Figura 4**).

Atendiendo a las escalas de valoración más utilizadas, el dolor, la discapacidad y la kinesiofobia fueron los tres aspectos más valorados. El dolor, fue evaluado en 13 artículos utilizando la escala visual analógica (EVA), o la escala numérica del dolor (NRS), el nivel de discapacidad fue evaluado en 13 artículos utilizando el índice de discapacidad de Oswestry (ODI) o el cuestionario Rolland-Morris (RDQ), mientras que la kinesiofobia fue medida en 5 artículos utilizando la escala Tampa (TSK) (**Figura 5**).

Según la musculatura evaluada, encontramos que el musculo erector espinal (longísimo, iliocostal y espinoso), fue el músculo más evaluado. Dieciséis artículos decidieron realizar la EMG superficial en la musculatura erectora espinal, frente a dos artículos, que no optaron por evaluarla (*Pereira et al., 2017; Massé-Alarie et al., 2015*). El multífido fue el segundo músculo más evaluado, encontrando 10 artículos que realizan una EMG superficial en dicha musculatura (*Da Silva et al, 2019; Hanada et al., 2011; Wattananon et al., 2019; Lima et al., 2018; Suehiro et al., 2018; Jubany et al., 2017/1; Pereira et al., 2017; Jubany et al., 2017/2; Suehiro et al., 2015; Miura y Sakuraba, 2014*).

Sin embargo, sólo dos artículos evaluaron la actividad muscular del oblicuo interno / transversal abdominal (*Massé-Alarie et al., 2015; Suehiro et al., 2018*).

Según la tarea realizada, hubo 7 artículos que decidieron medir adicionalmente, la musculatura del miembro inferior o superior además de la musculatura de la región lumbar (*Da Silva et al., 2019; Suehiro et al., 2018; Jubany et al., 2017/1; Jubany et al., 2017/2; Suehiro et al., 2015; Massé-Alarie et al., 2015; Arab et al., 2011*) (**Figura 6**).

Acorde con los resultados principales, todos los artículos excepto los de (*Jubany et al., 2017/1; Pereira et al., 2017; Jubany et al., 2017/2*), encuentran diferencias significativas en la actividad muscular entre grupos.

Por último, atendiendo al tipo de EMG superficial utilizada, encontramos que 4 artículos (*Hao et al., 2020; Martínez-Valdés et al., 2019; Sanderson et al., 2019/1; Sanderson et al., 2019/2*) utilizan electromiografía superficial de alta definición (HDEMG), a diferencia del resto que utiliza EMG superficial convencional (**Figura 7**).



5. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión es valorar, mediante la literatura científica, las diferencias que existen en la activación de la musculatura lumbar, en pacientes sanos vs pacientes con dolor lumbar al realizar diferentes tareas estáticas y/o dinámicas, medido con EMG de superficie. Para ello se han revisado un total de 18 estudios transversales.

Todos los estudios de esta revisión observan que, a diferencia de la población sana, las personas con dolor lumbar utilizan una estrategia de activación muscular diferente, fruto de un déficit del control neuromuscular (*Wattananon et al., 2019*). Esta “estrategia” varía en función de la tarea realizada y de las características de la muestra.

El erector espinal y el multífido fueron los músculos más evaluados; todos los artículos menos *Jubany et al., (2017/1)*; *Pereira et al., (2017)*; *Jubany et al., (2017/2)*; *Da Silva et al., (2019)*, observaron un aumento de la actividad muscular del erector espinal y un déficit en la activación del multífido en sujetos con dolor lumbar. Probablemente debido a que las personas con dolor, para llevar a cabo una correcta estabilización lumbo pélvica, se ven obligadas a suplir/compensar la función de la musculatura profunda, menos activa, aumentando la actividad de la musculatura superficial. Esto provoca una sobrecarga de la musculatura superficial, produciendo dolor y retroalimentando un círculo vicioso de dolor-espasmo-dolor. (*Hodges y Danneels 2019*; *Russo et al, 2018*).

Hubo 3 artículos (*Jubany et al., 2017/1*; *Pereira et al., 2017*; *Jubany et al., 2017/2*) que no encontraron diferencias significativas en la activación muscular entre grupos, probablemente debido al tamaño de la muestra utilizado y a la gran heterogeneidad de la población con dolor lumbar. Además, las tareas empleadas podrían no poner en suficiente compromiso a la musculatura lumbar, involucrando adicionalmente a otra musculatura, dificultando así encontrar diferencias.

Únicamente *Da Silva et al., (2019)* y *Sanderson et al., (2019)*, observan, una menor activación del erector espinal en el grupo con dolor lumbar al realizar una tarea de equilibrio y de resistencia respectivamente; argumentando una estrategia de evitación del dolor en esta población, por la cual evitan activar la musculatura dolorosa.

El aumento de la actividad muscular del erector espinal frente a la falta de activación de la musculatura profunda no es la única estrategia que emplean los pacientes con dolor lumbar. En los estudios donde se realiza una PHE (*Wattananon et al., 2019; Suehiro et al., 2015; Massé-Alarie et al., 2015; Arab et al., 2011*), las personas con dolor lumbar no solo activan menos el multifido lumbar, sino que lo activan más tarde que el erector espinal. La activación anticipada del multifido lumbar, contribuye a lograr una correcta estabilidad lumbopélvica evitando una rotación de la pelvis, por lo que un retraso en la activación de la musculatura profunda reduce el control segmentario de la columna (*Suehiro et al., 2015*). De hecho, los pacientes con dolor compensan la falta de activación anticipada del multifido activando más el erector espinal contralateral, incrementando la carga asimétrica a lo largo de la columna, provocando dolor (*Wattananon et al., 2019*). Además, *Suehiro et al., (2018)* observó también un retraso en la activación de la musculatura profunda del abdomen, aunque, *Massé-Alarie et al., (2015)* no encontró diferencias entre grupos.

La fatiga puede alterar la activación muscular; en 6 estudios (*Jubany et al., 2017/1; Jubany et al., 2017/2; Hao et al., 2020; Sanderson et al., 2019/1; Abboud et al., 2014; Miura y Sakuraba, 2014*), se observó, en las personas con dolor lumbar, una correlación entre una mayor activación del erector espinal y una mayor fatigabilidad, demostrando menores tiempos de resistencia que el grupo control; probablemente debido a que las personas sanas manifestaron mayor redistribución de la actividad a través del músculo (*Sanderson et al., 2019/2; Falla et al., 2014*). Además, la gente con dolor podría presentar un comportamiento similar a una persona sana fatigada, demostrando una latencia en la activación del multifido ante un estímulo inesperado (*Jubany et al., 2017/1*).

Únicamente *Hao et al., (2020)*, encontró un aumento significativo de la actividad del erector espinal junto con un decremento de la frecuencia media, indicando que, en los pacientes con dolor lumbar podría

aparecer la fatiga antes que el grupo control, sin embargo, en los estudios de (*Sanderson et al., 2019; Abboud et al., 2014; Jubany et al., 2017/2*) se observó la misma fatigabilidad en ambos grupos.

En los estudios de *Hao et al., (2020); Sanderson et al., (2019/2)*, realizados con HDEMG, se observó una mayor heterogeneidad en la activación del erector espinal en sujetos con dolor lumbar, indicando que la gente con dolor, no distribuye la actividad muscular a lo largo del músculo, sino que concentra la actividad, en las mismas fibras musculares según avanza la tarea, provocando sobrecarga, riesgo de lesión y recurrencia del dolor lumbar (*Falla et al., 2014*). De hecho, en los estudios de (*Sanderson et al., 2019/1; Sanderson et al., 2019/2*), la gente con dolor lumbar tiende a activar las zonas más craneales del erector espinal, evitando activar zonas caudales más dolorosas, debido a una falta de variabilidad motora (*Abboud et al., 2014*). Sin embargo, *Martínez-Valdés et al., (2019)* observó que los remeros con dolor lumbar activaron más las zonas caudales del erector espinal.

Esta estrategia se observó también en el trapecio, donde la gente con dolor de cuello presenta una menor distribución espacial de la actividad muscular (*Falla et al., 2010*). No se puede afirmar si el dolor lumbar provoca falta de variabilidad motora o si la falta de variabilidad motora genera dolor (*Abboud et al., 2014*), sin embargo, estas observaciones apoyan la revisión de (*Falla y Gallina, 2020*).

Revisiones anteriores investigaron la actividad muscular entre grupos, al realizar una tarea determinada (*Nolan et al., 2020*); otras, sin embargo, evalúan la actividad de una única musculatura, (*Sadler et al., 2019*). En la revisión de (*Geisser et al., 2005*), se observó que los pacientes con dolor lumbar presentaban mayor actividad de la musculatura superficial lumbar que los sanos en tareas de pie y sentado. No se encontró ninguna revisión que evalúe el efecto del dolor lumbar en la actividad de la musculatura superficial lumbar al realizar diferentes tareas.

Ningún estudio evalúa pacientes con dolor lumbar agudo, prácticamente todos los estudios utilizan sujetos con dolor crónico. Por ello, algunos estudios tienen en cuenta que, en un paciente con dolor lumbar crónico, existen cambios a nivel periférico y a nivel central (córtex motor) que podrían modificar la actividad muscular (*Lima, et al., 2018; Falla et al., 2014*).

El nivel de dolor, la discapacidad y la kinesiophobia fueron medidos utilizando la escala EVA/NRS, ODI/RDQ y TAMPa respectivamente. *Sanderson et al., (2019/1)* y *Sanderson et al., (2019/2)*, encontraron una correlación entre una mayor actividad del erector espinal, y una mayor puntuación de dolor y discapacidad entre grupos, por lo que podrían ser factores que modifiquen la actividad muscular. Únicamente *Abboud et al., (2014)*, encontró una correlación entre una mayor kinesiophobia, y una mayor actividad muscular.

Cabe destacar que, a pesar de que *Arab et al., (2011)*, obtuvo la menor puntuación en la escala NOS modificada, no obtuvo unos resultados diferentes al resto de estudios.

Algunos artículos emplean la EMG superficial para medir la musculatura profunda. *Szu-Ping Lee, et al., (2018)*, afirmó que la EMG intramuscular es la indicada para medir la musculatura profunda ya que no influye la activación, siendo más selectiva que la superficial y minimizando la confusión con la musculatura adyacente. Sin embargo, es un método invasivo, que puede afectar al control muscular debido al dolor por la inserción de la aguja, a las conductas de evitación del miedo y al umbral de dolor disminuido de algunos pacientes (*Smith y Kulig, 2015*).

Debido a la gran heterogeneidad de las tareas y de las características de la población con dolor lumbar, resulta complicado observar un patrón claro de activación muscular en los pacientes con dolor lumbar. Por ello, ha sido imposible, extrapolar y comparar los resultados de los diferentes estudios para así cuantificar el tamaño de las diferencias significativas observadas en la actividad muscular entre grupos.

Limitaciones de la revisión bibliográfica:

Esta revisión bibliográfica se llevó a cabo según las directrices PRISMA, sin embargo, tiene algunas limitaciones; se revisaron únicamente estudios transversales, este hecho es muy importante ya que estos estudios no pueden establecer una relación de causalidad entre el dolor y la activación muscular. También quedaron fuera de la revisión, estudios de cohortes, casos y controles y ensayos clínicos. El idioma y el año de publicación también fue una limitación, ya que sólo fueron elegidos artículos publicados después de 2011 escritos en español o inglés. Además, esta revisión bibliográfica está realizada por un único autor.

6. CONCLUSIÓN

Existe una evidencia moderada que muestra que los pacientes con dolor lumbar emplean un patrón de activación muscular diferente al de las personas asintomáticas, caracterizado por un aumento de la actividad de la musculatura lumbar superficial y una disminución de la actividad de la musculatura profunda. Estas diferencias en la actividad varían en función de la tarea empleada y de las características de la muestra.

Existe una evidencia moderada que muestra que en los pacientes con dolor lumbar hay un retraso en la activación de la musculatura profunda, al realizar una extensión de cadera en decúbito prono o ante un estímulo inesperado. No existe una evidencia clara que explique la aparición temprana de fatiga en sujetos con dolor, sin embargo, demostraron tener una menor redistribución espacial de la actividad muscular del erector espinal que el grupo control, en tareas de resistencia.

A pesar de que prácticamente todos los estudios tuvieron una calidad metodológica buena, se necesita una mayor investigación para poder responder con evidencia científica a los objetivos planteados previamente en la revisión.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abboud J, Nougarou F, Pagé I, Cantin V, Massicotte D, Descarreaux M. Trunk motor variability in patients with non-specific chronic low back pain. *Eur J Appl Physiol*. 2014 Dec;114(12):2645-54.

Arab A M, Ghamkhar L, Emami M, Nourbakhsh M R. Altered muscular activation during prone hip extension in women with and without low back pain. *Chiropr Man Therap*. 2011 Aug 14; 19:18.

Borghuis J, Hof A L, Koen A P M Lemmink. The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training. *Sports Med*. 2008;38(11):893-916.

Da Silva R A, Vieira E R, Léonard G, Beaulieu L-D, Ngomo S, Nowotny A H, et al. Age- and low back pain-related differences in trunk muscle activation during one-legged stance balance task. *Gait Posture*. 2019 Mar; 69:25-30.

Ehsani F, Arab A M, Jaberzadeh S. The effect of surface instability on the differential activation of muscle activity in low back pain patients as compared to healthy individuals: A systematic review of the literature and meta-analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2017 Aug 3;30(4):649-662.

Falla D, Andersen H, Danneskiold-Samsøe B, Arendt-Nielsen L, Farina D. Adaptations of upper trapezius muscle activity during sustained contractions in women with fibromyalgia. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010 jun;20(3):457-64.

Falla D, Gallina A. New insights into pain-related changes in muscle activation revealed by high-density surface electromyography. *J Electromyogr Kinesiol*. 2020 jun; 52:102422.

Falla D, Hodges P W. Individualized Exercise Interventions for Spinal Pain. *Exerc Sport Sci Rev*. 2017 Apr;45(2):105-115.

Falla D, Gizzi L, Tschapek M, Erlenwein J, Petzke F. Reduced task induced variations in the distribution of activity across back muscle regions in individuals with low back pain. *Pain*. 2014 May;155(5):944-953.

Geisser M E, Ranavaya M, Haig A J, Roth R S, Zucker R, Ambroz C, et al. A meta-analytic review of surface electromyography among persons with low back pain and normal, healthy controls. *J Pain*. 2005 nov;6(11):711-26.

Hanada E Y, Johnson M, Hubley-Kozey C. A comparison of trunk muscle activation amplitudes during gait in older adults with and without chronic low back pain. *PM R*. 2011 Oct;3(10):920-8.

Hao Z, Xie L, Wang J, Hou Z. Spatial distribution and asymmetry of surface electromyography on lumbar muscles of soldiers with chronic low back pain. *Pain Res Manag*. 2020 oct 26; 2020:6946294.

Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira L M, Genevay S, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet* 2018; 391:2356–67.

Hodges P W, Danneels L. Changes in structure and function of the back muscles in low back pain: different time points, observations, and mechanisms. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2019 jun;49(6):464-476.

Indrakanti S S, Weber M H, Takemoto S K, Hu S S, Polly D, Berven S H. Value-based care in the management of spinal disorders: a systematic review of cost-utility analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2012 Apr;470(4):1106-23.

Jubany J, Danneels L, Angulo-Barroso R. The influence of fatigue and chronic low back pain on muscle recruitment patterns following an unexpected external perturbation. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 Apr 19;18(1):161. /1

Jubany J, Marina M, Angulo-Barroso R. Electromyographic and kinematic analysis of trunk and limb muscles during a holding task in individuals with chronic low back pain and healthy controls. *PM R*. 2017 Nov;9(11):1106-1116. /2

Lima M, Ferreira A S, Reis F J J, Paes V, Meziat-Filho N. Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. *Gait Posture*. 2018 Mar; 61:250-256.

Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain. *Lancet* 2017; 389: 736–47.

Mannion A F, 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 jul;40(7):772-8.

Martinez-Valdes E, Wilson F, Fleming N, McDonnell S-J, Horgan A, Falla D. Rowers with a recent history of low back pain engage different regions of the lumbar erector spinae during rowing. *J Sci Med Sport*. 2019 nov;22(11):1206-1212.

Massé-Alarie H, Beaulieu L-D, Preuss R, Schneider C. Task-specificity of bilateral anticipatory activation of the deep abdominal muscles in healthy and chronic low back pain populations. *Gait Posture*. 2015 feb;41(2):440-7.

Merletti R, Farina D. *Surface electromyography: physiology, engineering, and applications*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016.

Meucci R D, Fassa A G, Muller N, Faria X. Prevalence of chronic low back pain: systematic review. *Rev Saude Publica*. 2015; 49:1.

Miura T, Sakuraba K. Properties of force output and spectral emg in young patients with nonspecific low back pain during isometric trunk extension. *J Phys Ther Sci*. 2014 Mar;26(3):323-9.

Modesti PA, Reboldi G, Cappuccio F P, Agyemang C, Remuzzi G, Rapi S, et al. Panethnic Differences in Blood Pressure in Europe: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016;11(1): e0147601.

Nolan D, O'Sullivan K, Newton C, Singh G, Smith B E. ¿Are there differences in lifting technique between those with and without low back pain? A systematic review. *Scand J Pain*. 2020 Apr 28;20(2):215-227.

Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372: n71.

Panjabi M M. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord* 1992; 5:383–389. discussion: 397.

Panjabi M M. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2003; 13:371–379.

Pereira I L R, Queiroz B, Loss J, Amorim C, Sacco I C N. Trunk muscle emg during intermediate pilates mat exercises in beginner healthy and chronic low back pain individuals. *J Manipulative Physiol Ther*. 2017 jun;40(5):350-357.

Russo M, Deckers K, Eldabe S, Kiesel K, Gilligan C, Viececi J, et al. Muscle control and non-specific chronic low back pain. *neuromodulation*. 2018 Jan; 21(1): 1–9.

Sadler S, Cassidy S, Peterson B, Spink M, Chuter V. Gluteus medius muscle function in people with and without low back pain: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 oct 22;20(1):463.

Sanderson A, Rushton A B, Martinez Valdes E, Heneghan N R, Gallina A, Falla D. The effect of chronic, non-specific low back pain on superficial lumbar muscle activity: a protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2019; 9(10): e029850.

Sanderson A, Cescon C, Heneghan N R, Kuithan P, Martinez-Valdes E, Rushton A, et al. People with low back pain display a different distribution of erector spinae activity during a singular mono-planar lifting task. *Front Sports Act Living*. 2019 Dec 20; 1:65. /2

Sanderson A, Martinez-Valdes E, Heneghan N.R, Murillo C, Rushton A, Falla D. Variation in the spatial distribution of erector spinae activity during a lumbar endurance task in people with low back pain. *J Anat*. 2019 Apr;234(4):532-542. /1

Smith J A, Kulig K. Does insertion of intramuscular electromyographic electrodes alter motor behavior during locomotion? *J Electromyogr Kinesiol*. 2015 jun;25(3):431-7.

Suehiro T, Ishida H, Kobara K, Osaka H, Watanabe S. Altered trunk muscle recruitment patterns during lifting in individuals in remission from recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2018 Apr; 39:128-133.

Suehiro T, Mizutani M, Ishida H, Kobara K, Osaka H, Watanabe S. Individuals with chronic low back pain demonstrate delayed onset of the back muscle activity during prone hip extensión. *J Electromyogr Kinesiol*. 2015 Aug;25(4):675-80.

Lee S-P, Smith J A, Kimber M, Houk K. Insertion and presence of fine-wire intramuscular electrodes to the lumbar paraspinal muscles do not affect muscle performance and activation during high-exertion spinal extension activities. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015 Aug;25(4):675-80.

Wang X-Q, Zheng J-J, Yu Z-W, Bi X, Lou S-J, Liu J, Cai B, et al. A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *PLoS One.* 2012;7(12): e52082.

Wattananon P, Silfies S P, Tretriluxana J, Jalayondeja W. Lumbar multifidus and erector spinae muscle synergies in patients with nonspecific low back pain during prone hip extension: a cross-sectional study. *PM R.* 2019 Jul;11(7):694-702.

Woolf A D, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ.* 2003; 81:646–656.



8. ANEXOS

Figuras:

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA. (pág. 24)

Figura 2. Escala Newcastle Ottawa Scale (NOS) modificada. (pág. 25)

Figura 3. Diagrama de sectores sobre la población de estudio. (pág. 26)

Figura 4. Gráfico de barras sobre los ejercicios más utilizados. (pág. 26)

Figura 5. Diagrama de sectores sobre las medidas de resultado más frecuentes. (pág. 26)

Figura 6. Diagrama de sectores sobre la musculatura evaluada. (pág. 27)

Figura 7. Diagrama de sectores sobre el tipo de EMG empleada. (pág. 27)

Tablas:

Tabla 1. Tabla resumen de los artículos. (pág. 28-33)

Tabla 2. Puntuación de la escala NOS modificada. (pág. 34-35)

Identificación de los estudios a través de las bases de datos.

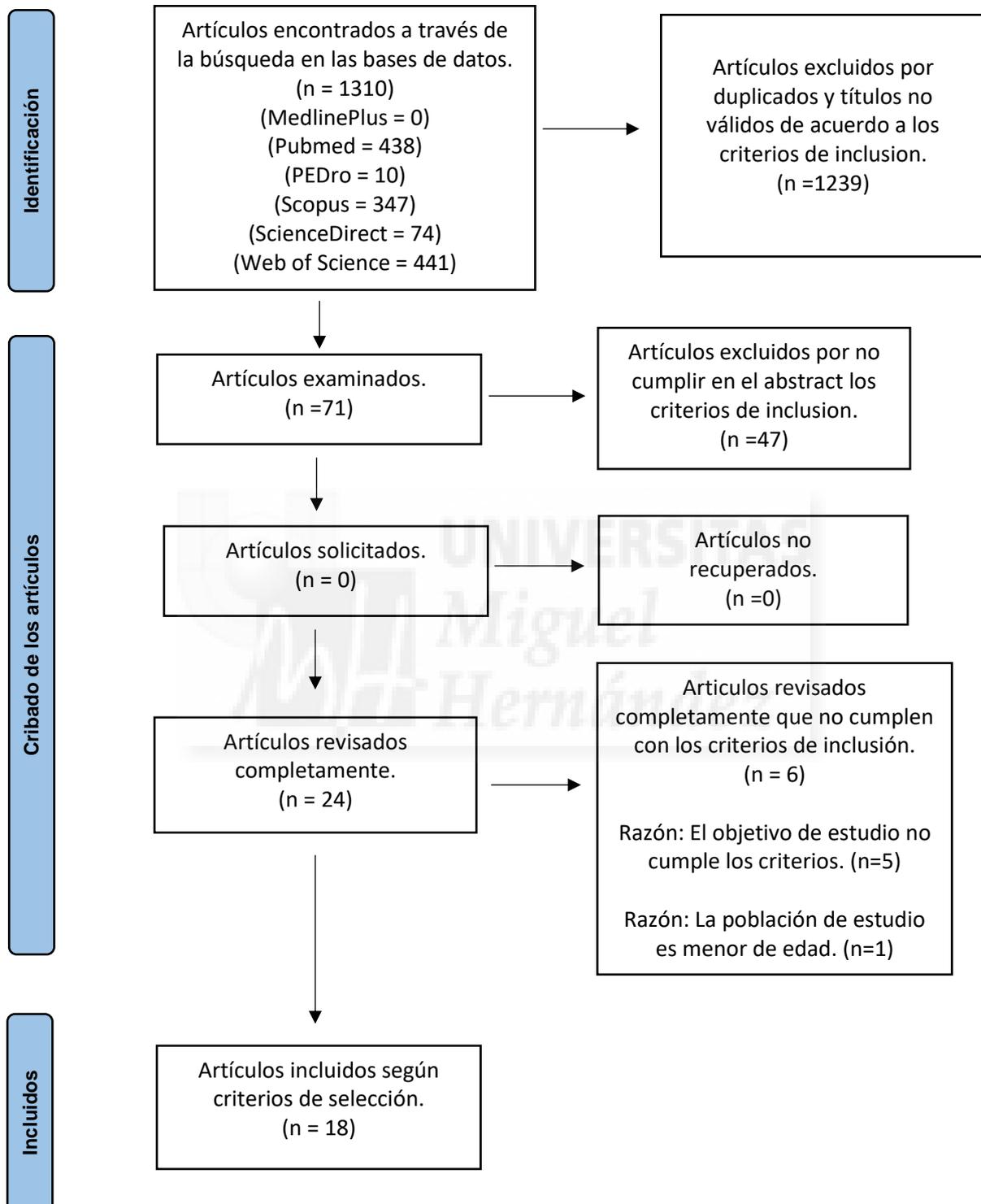


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

S1 Text
NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE
(adapted for cross sectional studies)

Selection: (Maximum 5 stars)

- 1) Representativeness of the sample:
 - a) Truly representative of the average in the target population. * (all subjects or random sampling)
 - b) Somewhat representative of the average in the target population. * (non-random sampling)
 - c) Selected group of users.
 - d) No description of the sampling strategy.
- 2) Sample size:
 - a) Justified and satisfactory. *
 - b) Not justified.
- 3) Non-respondents:
 - a) Comparability between respondents and non-respondents characteristics is established, and the response rate is satisfactory. *
 - b) The response rate is unsatisfactory, or the comparability between respondents and non-respondents is unsatisfactory.
 - c) No description of the response rate or the characteristics of the responders and the non-responders.
- 4) Ascertainment of the exposure (risk factor):
 - a) Validated measurement tool. **
 - b) Non-validated measurement tool, but the tool is available or described.*
 - c) No description of the measurement tool.

Comparability: (Maximum 2 stars)

- 1) The subjects in different outcome groups are comparable, based on the study design or analysis. Confounding factors are controlled.
 - a) The study controls for the most important factor (select one). *
 - b) The study control for any additional factor. *

Outcome: (Maximum 3 stars)

- 1) Assessment of the outcome:
 - a) Independent blind assessment. **
 - b) Record linkage. **
 - c) Self report. *
 - d) No description.
- 2) Statistical test:
 - a) The statistical test used to analyze the data is clearly described and appropriate, and the measurement of the association is presented, including confidence intervals and the probability level (p value). *
 - b) The statistical test is not appropriate, not described or incomplete.

Figura 2. Escala Newcastle Ottawa Scale (NOS) modificada

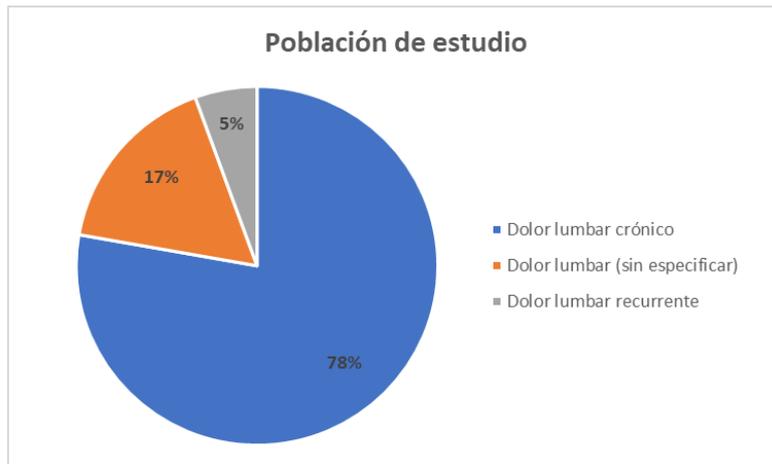


Figura 3. Diagrama de sectores sobre la población de estudio.

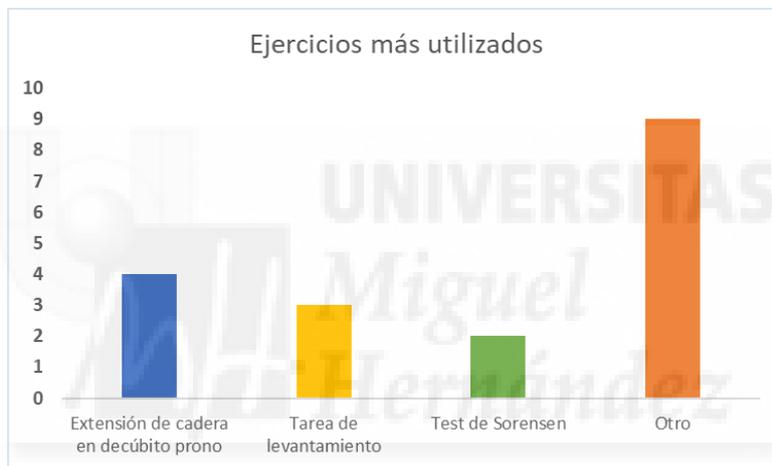


Figura 4. Gráfico de barras sobre los ejercicios más utilizados.

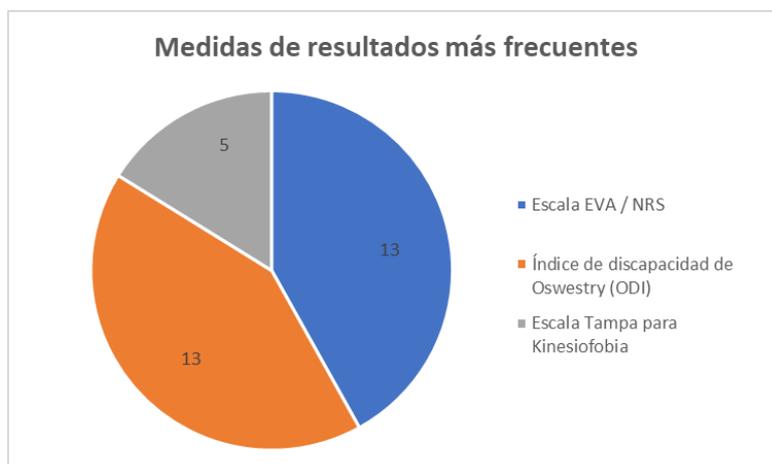


Figura 5. Diagrama de sectores sobre las medidas de resultado más frecuentes.

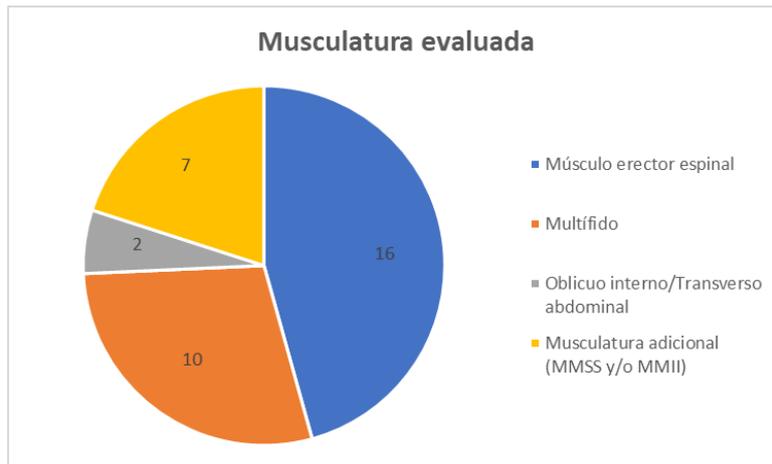


Figura 6. Diagrama de sectores sobre la musculatura evaluada.

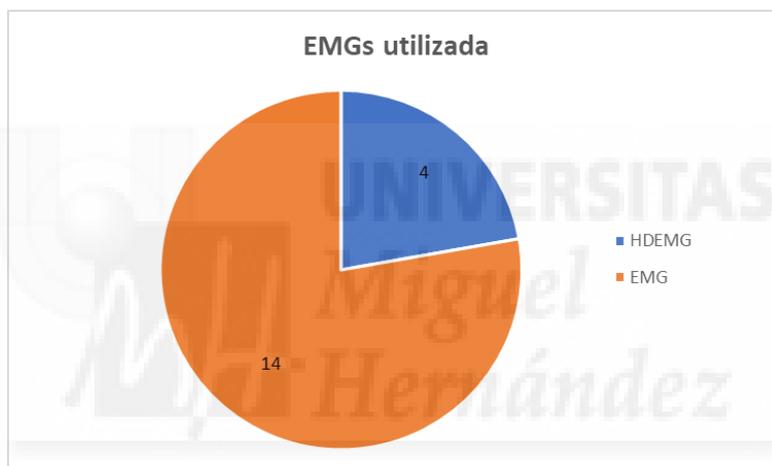


Figura 7. Diagrama de sectores sobre el tipo de EMG empleada.

Tabla 1. Tabla resumen de los artículos.

AUTOR/ AÑO	OBJETIVO	POBLACIÓN	TAREA REALIZADA	MUSCULATURA EVALUADA	MEDIDAS DE RESULTADO	RESULTADOS PRINCIPALES
(Arab et al., 2011)	Investigar mediante EMG superficial la activación de los músculos erectores espinales, glúteo mayor e isquiotibial durante la extensión de cadera en decúbito prono en mujeres con y sin dolor lumbar.	Se reclutaron un total de 20 mujeres de mediana edad. Se divide en: - Grupo experimental: 10 mujeres con dolor lumbar. (<i>antecedente de dolor lumbar durante > 6 semanas antes del estudio o al menos 3 episodios de dolor > 1 semana en el último año</i>). - Grupo control: 10 mujeres asintomáticas.	Extensión de cadera en decúbito prono.	<u>Unilateralmente:</u> (lado doloroso) - Erector espinal nivel L3. - Erector espinal contralateral. - Glúteo mayor. - Isquiosurales.	<u>EMG:</u> - RMS (raíz cuadrada media/amplitud de la actividad muscular).	<u>Características Sujetos:</u> - No se encontraron diferencias antropométricas significativas entre los grupos (P>0.05). - Hubo diferencias significativas en la actividad de los dos erectores espinales entre grupos. (P<0.05). - No hubo diferencias significativas en la actividad del glúteo mayor e isquiosurales entre grupos. (P>0.05).
(Hanada, et al., 2011)	Analizar mediante EMG superficial la activación de la musculatura del tronco durante una tarea funcional como caminar, en adultos mayores con dolor lumbar vs sin dolor.	Se reclutaron 18 sujetos, de (61.4 +/- 9.8 años). Hubo 4 hombres y 5 mujeres en cada grupo. Grupo experimental: 9 sujetos diagnosticados con dolor lumbar crónico. (<i>dolor durante al menos 8 meses antes de la prueba</i>). Grupo control: 9 sujetos sanos.	Los participantes realizaron 4 pruebas de marcha a una velocidad autoseleccionada sobre una colchoneta de 4 m de longitud.	<u>Bilateralmente:</u> - Recto abdominal. - Erector espinal a nivel L3. - Oblicuo interno. - Multifido a nivel L5.	<u>Antes de la prueba:</u> - Cuestionario de discapacidad de Rolland-Morris (RDQ). - Escala de confianza de equilibrio sobre actividades específicas (ABC). - Batería de pruebas de rendimiento físico. - Escala mini mental (MMSE). <u>Medidas de EMG:</u> - La amplitud RMS en % de MVIC (contracción isométrica voluntaria máxima).	<u>Características Sujetos:</u> - No se encontraron diferencias entre los grupos para los parámetros demográficos o de la marcha (P > 0.05). <u>EMG:</u> - Hubo diferencias significativas en la activación del recto, los oblicuos y erector espinal entre grupos. (P < 0.05).
(Abboud et al., 2014)	Identificar las adaptaciones neuromusculares de la musculatura del tronco, utilizando EMG de superficie en pacientes con dolor lumbar crónico vs participantes adultos sanos.	Se reclutó un total de 69 pacientes con una media de edad de 37 años (grupo sano) y 43 años (grupo con dolor). Grupo experimental: 46 sujetos con dolor lumbar inespecífico. (<i>dolor lumbar durante la ½ días en los últimos 6 meses</i>). Grupo control: 23 sujetos sanos.	Realizaron una versión modificada del Sorensen al 30% de la MVC hasta la extenuación.	<u>Bilateralmente:</u> - Erector espinal.	<u>Antes de la prueba:</u> - Índice de discapacidad de Oswestry (ODI). - Escala de Tampa para Kinesiofobia (TSK). - Start Back Screening Tool. - Cuestionario de hipermovilidad. - Dolor (EVA). <u>EMG:</u> - RMS, MF (frecuencia media).	<u>Características Sujetos:</u> - No se encontraron diferencias antropométricas significativas entre los grupos (P>0.05). - Hubo diferencias significativas en la discapacidad y el dolor entre grupos. (P<0.05). - Hubo diferencias en la variabilidad motora debido a la fatiga en ambos grupos. (P<0.001).

<p>(Falla et al., 2014)</p>	<p>Investigar mediante EMG superficial el cambio en la distribución de la actividad muscular del erector de la columna lumbar y la sensibilidad al dolor por presión en la zona lumbar en individuos con dolor lumbar (LBP) vs controles sanos.</p>	<p>Se reclutó un total de 36 sujetos de entre 18 y 45 años. Divididos en: - Grupo experimental: formado por 19 personas diagnosticadas con dolor lumbar crónico inespecífico. (<i>dolor > 3 meses</i>). - Grupo control: formado por 17 sujetos asintomáticos.</p>	<p>Mover una caja de 5kg repetidamente desde una mesa a la altura de la rodilla hasta una estantería a la altura del hombro. Se realizó un total de 25 ciclos.</p>	<p><u>Unilateralmente:</u> (lado derecho en controles y lado más doloroso en el grupo de dolor). -Erector espinal Se colocó un electrodo desde L5 hasta L2.</p>	<p><u>Antes de la prueba:</u> - Ansiedad: escala estatal del Spielberger State-Trait Anxiety Inventory (SF-STAI). - Índice de discapacidad de Oswestry(ODI) - Salud general: (SF-36). - Escala de Tampa para Kinesiofobia (TSK). - Escala Catastrofización del Dolor: (PCS). - Dolor: Escala de calificación numérica del dolor (NRS). <u>Antes/durante la prueba:</u> - Dolor por presión: Algometría. - Cinemática. <u>EMG:</u> - RMS, MF, centroide.</p>	<p>- Hubo diferencias significativas en la intensidad del dolor durante la tarea y en el dolor por presión. (P<0.001). - Hubo diferencias significativas en el análisis de la cinemática de la cadera entre grupos. (P<0.05). <u>EMG:</u> - Hubo diferencias significativas en la RMS, MF y centroide entre grupos (P<0.05).</p>
<p>(Miura et al., 2014)</p>	<p>Observar mediante electromiografía superficial la influencia que tiene el dolor lumbar en la fuerza de los músculos de la espalda comparándolos con gente sana.</p>	<p>Se reclutaron un total de 28 sujetos de edad media de 21 años. Se dividen en: - Grupo experimental: 14 sujetos con dolor lumbar crónico inespecífico. (<i>al menos 2 episodios en el último año y al menos 1 en los últimos 3 meses con al menos 3 puntos en la EVA</i>). - Grupo control: 14 sujetos sin dolor.</p>	<p>1.Realizar extensiones isométricas de tronco en decúbito prono, igualando una serie de 10 fuerzas objetivo en función de la MVC de cada sujeto. 2.Realizar 30 extensiones de tronco isométricas al 30% de MVC.</p>	<p><u>Unilateralmente:</u> - Longísimo nivel L2. - Multífido nivel L5-S1.</p>	<p><u>Antes de la prueba:</u> - Dolor: (EVA) /criterio de inclusión. <u>EMG:</u> - RMS normalizado a % MVC (contracción voluntaria máxima). - MdPF (frecuencia de la potencia media).</p>	<p><u>Características Sujetos:</u> - No hubo diferencias significativas entre grupos en la producción de fuerza (P>0.05). <u>EMG:</u> - No hubo diferencias significativas en la RMS entre grupos (P>0.05). - Hubo diferencias significativas en la MdPf entre grupos (P<0.05).</p>
<p>(Massé-Alarie et al., 2015)</p>	<p>Observar mediante EMG superficial la activación anticipatoria de la musculatura profunda del abdomen y compararla en sujetos con dolor lumbar vs sin dolor.</p>	<p>Se reclutaron un total de 25 sujetos. Se dividen en: - Grupo experimental: 12 sujetos con dolor lumbar crónico. (<i>dolor durante > 3 meses</i>) - Grupo control: 13 sujetos sanos.</p>	<p>Realizar una flexión bilateral rápida de hombros en bipedestación y realizar una extensión de cadera en decúbito prono.</p>	<p><u>Bilateralmente:</u> - Deltoides anterior. - Oblicuo externo. - Oblicuo interno/Transverso abdominal. - Glúteo mayor. - Semitendinoso.</p>	<p><u>Antes de la prueba:</u> - Actividad física (GPAQ). - Índice de discapacidad de Oswestry (ODI). - Escala de Tampa para Kinesiofobia (TSK). <u>EMG:</u> - Inicio de activación de cada músculo respecto al deltoides y semitendinoso en función de la tarea.</p>	<p><u>Características Sujetos:</u> - No se encontraron diferencias antropométricas significativas entre los grupos (P>0.05). <u>EMG:</u> - Hubo diferencias significativas en la activación anticipada del semitendinoso entre grupos (P<0.05).</p>

(Suehiro et al., 2015)	Comparar mediante EMG superficial los patrones de activación muscular entre individuos sanos vs pacientes con dolor lumbar crónico.	Se reclutaron un total de 40 sujetos de entre 20 y 40 años. Se dividen en: - Grupo experimental: 20 sujetos con dolor lumbar crónico. (<i>dolor durante > 3 meses sin irradiación</i>) - Grupo control: 20 pacientes sin dolor.	Realizar una extensión de cadera en decúbito prono.	<u>Bilateralmente:</u> - Erector espinal a nivel L1. - Multífido de L5 a L1-L2. - Semitendinoso. - Glúteo mayor.	<u>Antes de la prueba:</u> - Dolor: Escala de calificación numérica del dolor (NRS). - Índice de discapacidad de Oswestry (ODI). <u>EMG:</u> -RMS.	<u>Características Sujetos:</u> - No se encontraron diferencias antropométricas significativas entre los grupos (P>0.05). <u>EMG:</u> - Hubo diferencias significativas en la activación del multífido y el erector espinal entre grupos (P<0.05).
(Jubany et al., 2017/1)	Evaluar mediante EMG superficial las diferencias entre sujetos sanos vs aquellos que padecen dolor lumbar crónico en la activación muscular después de una perturbación en una posición funcional; además de analizar el efecto de la fatiga y las estrategias compensatorias.	Se reclutaron un total de 50 sujetos. De entre 25 y 55 años, divididos en: Grupo experimental: 24 sujetos con dolor lumbar crónico. (<i>dolor cte. durante más de 1 año con dolor de al menos 7 en NRS</i>) Grupo control: 26 sujetos asintomáticos. Se evaluaron ambos grupos en dos condiciones: fatigados y no fatigados.	En posición de sentadilla, sostener una bandeja con las dos manos en frente de una estructura que suelta una carga de repente. 6 repeticiones. Se añadió un protocolo de fatiga al grupo control: mantener el peso tanto tiempo como puedan.	<u>Unilateralmente:</u> - Erector espinal. derecho - Multífido. (derecho/izquierdo) - Bíceps braquial. derecho - Oblicuo externo. derecho - Oblicuo interno. derecho.	<u>Antes de la prueba:</u> - Escala de calificación numérica del dolor (NRS). <u>EMG:</u> - RMS.	<u>Características Sujetos:</u> - No se encontraron diferencias antropométricas significativas entre los grupos (P>0.05). <u>EMG:</u> - No hubo diferencias significativas en la actividad muscular entre los grupos (P>0.05). - Hubo diferencias significativas en la actividad muscular entre los grupos con y sin fatiga (P<0.05).
(Jubany et al., 2017/2)	Observar si la fatiga de los músculos del tronco y las extremidades y los patrones de activación, difieren en pacientes con dolor lumbar crónico vs personas sin dolor.	Se reclutaron un total de 50 sujetos con una media de edad de 40 años. Se dividen en: - Grupo experimental: 20 pacientes con dolor lumbar crónico. (<i>dolor cte. durante más de 1 año con dolor de al menos 7 en NRS</i>). - Grupo control: 20 pacientes asintomáticos.	Realizan una tarea donde tienen que sujetar una bandeja con una carga en una posición de semi-squat tanto tiempo como puedan.	<u>Unilateralmente:</u> - Erector espinal derecho. - Multífido derecho e izquierdo. - Glúteo mayor. - Bíceps femoral. - Recto abdominal. - Oblicuo externo. - Oblicuo interno.	<u>Antes de la prueba:</u> - Dolor: Escala de calificación numérica del dolor (NRS). <u>EMG y cinemática:</u> - Se analiza la cinemática mediante un dispositivo 3D. - RMS y MF.	<u>Características Sujetos:</u> - No se encontraron diferencias antropométricas significativas entre los grupos (P>0.05). - No se encuentran diferencias significativas en las medidas de fatigabilidad entre grupos, excepto en el oblicuo interno. (P>0.05). - No hubo diferencias significativas en la cinemática entre grupos. (P>0.05).

<p>(Pereira et al., 2017)</p>	<p>Comparar mediante EMG superficial la activación de los músculos del tronco durante ejercicios de pilates en pacientes con dolor lumbar crónico vs pacientes sin dolor.</p>	<p>Se reclutaron un total de 32 sujetos de edad media de 30 años. Divididos en: Grupo experimental: 21 sujetos con dolor lumbar crónico. (<i>dolor > 3 meses con dolor entre 3-7 en la EVA</i>). Grupo control: 19 sujetos asintomáticos.</p>	<p>Realizar 3 ejercicios de Pilates: - Single leg stretch exercise. - Criss-cross. - Dead bug. A una velocidad determinada y en orden aleatorio.</p>	<p><u>Unilateralmente:</u> (lado derecho) - Recto abdominal. - Oblicuo interno. - Oblicuo externo. - Multífido.</p>	<p><u>Antes de la prueba:</u> - Cuestionario Internacional de Actividad Física. - Para el dolor: Cuestionario de McGill. - Cuestionario de discapacidad de Rolland-Morris (RDQ). <u>EMG:</u> - RMS.</p>	<p><u>EMG:</u> - En ambos grupos hubo diferencias significativas en la activación muscular durante el Criss-cross comparado con el dead bug y el single leg stretch. (P<0.05). - No hubo diferencias significativas entre grupos (P>0.05).</p>
<p>(Lima et al., 2018)</p>	<p>Analizar mediante EMG superficial la actividad de los músculos de la espalda durante 5 tareas funcionales.</p>	<p>Se reclutaron un total de 80 pacientes de entre 18 y 60 años. Se dividieron en: Grupo experimental: 40 sujetos diagnosticados con dolor lumbar crónico. (<i>dolor lumbar > 3 meses</i>) Grupo control: 40 sujetos asintomáticos.</p>	<p>Realizar 5 tareas funcionales: levantar un objeto del suelo, dejar un objeto en el suelo, sentarse, levantarse y subir escaleras. 3 repeticiones de cada tarea.</p>	<p><u>Bilateralmente:</u> - Longísimo espinal en L1. - Iliocostal nivel L2. - Multífido nivel L5.</p>	<p><u>Antes de la prueba:</u> - Cuestionario del dolor musculoesquelético Örebro. - Escala de kinesiofobia de Tampa (TSK). - Índice de discapacidad de Oswestry(ODI). - Dolor (EVA). <u>EMG:</u> - RMS.</p>	<p><u>Características Sujetos:</u> - No hubo diferencias significativas entre grupos en cuanto a sexo, masa corporal, altura e IMC (P > 0.05). <u>EMG:</u> - Hubo diferencias significativas en la actividad muscular entre grupos excepto en el multífido. (P<0.001).</p>
<p>(Suehiro et al., 2018)</p>	<p>Analizar mediante EMG inalámbrica (con electrodos de superficie) las diferencias en el reclutamiento de los músculos del tronco entre individuos con dolor lumbar recurrente e individuos asintomáticos.</p>	<p>Se reclutaron un total de 45 sujetos divididos en: Grupo experimental: 25 sujetos con dolor lumbar recurrente. (<i>2 episodios de dolor lumbar que interfieren en el deporte o trabajo</i>). Grupo control: 20 sujetos asintomáticos.</p>	<p>Los sujetos en bipedestación tienen que levantar una caja desde una mesa hasta una posición de 90° de flexión de hombros. 3 repeticiones y 1 min de descanso.</p>	<p><u>Unilateralmente:</u> (lado más doloroso en el grupo exp. Y lado derecho en los controles) - Oblicuo externo. - Transverso abdomen/oblicuo interno. - Erector espinal nivel L1. - Multífido lumbar nivel L5. - Deltoides anterior.</p>	<p><u>Antes de la prueba:</u> - Escala de calificación numérica del dolor (NRS). <u>EMG:</u> La amplitud RMS en % de MVIC (contracción isométrica voluntaria máxima).</p>	<p><u>Características Sujetos:</u> - No se encontraron diferencias antropométricas significativas entre los grupos (P>0.05). <u>EMG:</u> - La amplitud EMG del erector de la columna, así como la actividad general de los músculos abdominales o de la espalda, fueron mayores en el grupo de dolor lumbar recurrente. (P<0.05).</p>

<p>(Da Silva et al., 2019)</p>	<p>Comparar mediante EMG superficial, la activación muscular de la musculatura del tronco en sujetos jóvenes y mayores, con y sin dolor lumbar crónico, durante una tarea de equilibrio postural.</p>	<p>Se reclutó a 40 sujetos: (10 sujetos > 60 años y 10 sujetos < 60 años en cada grupo). Se emparejaron por edad y sexo (50% hombres y 50% mujeres).</p> <p>Grupo experimental: 20 sujetos con dx de dolor lumbar crónico. (<i>antecedente de dolor lumbar con o sin dolor radicular y dolor lumbar >3 meses</i>).</p> <p>Grupo control: 20 sujetos sanos.</p>	<p>Se realizó 3 ensayos manteniendo la postura de bipedestación a una pierna (autoseleccionada por el individuo), con los ojos abiertos, durante un máx. de 30 s. sobre una plataforma de fuerza. Descanso de 30 s. entre cada ensayo.</p>	<p><u>Bilateralmente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Multífido a nivel L5. - Iliocostal a nivel L3. - Bíceps femoral. - Recto abdominal. 	<p><u>Antes de la prueba:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuestionario de discapacidad de Rolland-Morris (RDQ). - Cuestionario sobre la evitación o el miedo al realizar actividades físicas (FABQp) y laborales (FABQw). - Dolor (EVA). <p><u>Medidas de EMG:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - RMS pico. - RMS de la tarea. - % RMS. - % Co-activación. 	<p><u>Características Sujetos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hubo diferencias significativas entre los grupos para la edad, altura e IMC ($P < 0,01$). <p><u>EMG:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hubo diferencias significativas entre grupos en la activación del multífido, iliocostales, y en la Co-activación ($P < 0.01$). - La edad tuvo diferencias significativas en los músculos lumbares y el recto abdominal ($P < 0,01$).
<p>(Martínez-Valdés et al., 2019)</p>	<p>Evaluar la distribución espacial de la actividad del erector de la columna (ES) en remeros con y sin antecedentes recientes de dolor lumbar, utilizando electromiografía de superficie de alta densidad (HDEMG).</p>	<p>Se reclutaron un total de 18 remeros que remaban a nivel competitivo, (junior, senior y veterano) se dividieron en:</p> <p>Grupo experimental: 8 sujetos con antecedentes de dolor lumbar (<i>últimos 6 meses</i>)</p> <p>Grupo control: 10 sujetos asintomáticos.</p>	<p>Realizan 7x4 min de remo ergométrico (incrementando la carga con el tiempo) hasta el agotamiento. Cada ensayo duró 4 min con 1 min de descanso entre cada uno.</p>	<p><u>Bilateralmente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Erector espinal de L5 a L3. - Oblicuo externo. - Recto abdominal. 	<p><u>Antes de la prueba:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Índice de discapacidad de Oswestry (ODI). <p><u>Durante la prueba:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel de lactato (Lactate Pro). <p><u>EMG:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - RMS (mapa topográfico). - %RMS (amplitud). - % Coactivación. - Entropía. - y-axis baricentro. 	<p><u>Características Sujetos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - No se encontraron diferencias antropométricas significativas entre los grupos ($P > 0.05$). <p><u>EMG:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los remeros con dolor lumbar mostraron mayor amplitud ($P < 0.001$) y menor entropía ($P < 0.001$). - Los remeros con dolor lumbar mostraron un desplazamiento caudal de la actividad muscular a altas intensidades ($P < 0.001$).
<p>(Sanderson et al., 2019/1)</p>	<p>Investigar mediante HDEMG la distribución espacial de la actividad del erector espinal y la redistribución de la actividad durante una tarea de resistencia en participantes con dolor lumbar crónico vs sin dolor.</p>	<p>Se reclutaron un total de 30 sujetos universitarios. Edad máx. de 55 años.</p> <p>Grupo experimental: 15 pacientes diagnosticados con dolor lumbar inespecífico. (<i>dolor lumbar durante la ½ días en los últimos 6 meses</i>).</p> <p>Grupo control: 15 pacientes sanos.</p>	<p>Realizar el ITO test durante un máx. de 300 s. o hasta el fracaso de la tarea.</p>	<p><u>Unilateralmente:</u> el lado derecho en los controles y el lado más doloroso en el grupo con dolor. Si presentan dolor bilateral se elige al azar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erector espinal de L5 a L3. 	<p><u>Antes de la prueba:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Índice de discapacidad de Oswestry (ODI). - Escala Tampa para Kinesiofobia (TSK). - Escala de calificación numérica del dolor (NPRS). - Encuesta de salud RAND 36. <p><u>Durante la prueba:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Escala Borg. <p><u>EMG:</u> RMS (mapa topográfico), MNF (frecuencia media normalizada) y centroide.</p>	<p><u>Características Sujetos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - No se encontraron diferencias antropométricas significativas entre los grupos ($P > 0.05$), excepto en ODI y RAND 36. ($P < 0.05$). <p><u>EMG:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los tiempos de resistencia fueron significativamente más bajos para el grupo de dolor lumbar ($P < 0,001$). - La RMS en el grupo de dolor fue significativamente más baja ($P < 0.05$).

<p>(Sanderson et al., 2019/2)</p>	<p>Evaluar mediante EMG superficial de alta densidad, las posibles diferencias en la distribución espacial de la actividad y el movimiento del músculo erector espinal durante una tarea de levantamiento.</p>	<p>Se reclutaron un total de 25 pacientes de entre 18 y 65 años. Se dividieron en: - Grupo experimental: 11 pacientes con dolor lumbar. (<i>dolor lumbar durante la ½ días en los últimos 6 meses</i>). - Grupo control: 14 sujetos asintomáticos.</p>	<p>Realizar una tarea de levantar una caja de 5 kg de un estante a otro.</p>	<p><u>Bilateralmente:</u> - Erector espinal desde L5 hasta T8-T10.</p>	<p><u>Antes de la prueba:</u> - Dolor: Escala de calificación numérica del dolor (NRS). - Salud general: Encuesta de salud Short Form (SF-36). - Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ). - Índice de discapacidad de Oswestry (ODI). - Cuestionario de Creencias para Evitar el Miedo (FABQ) y la Escala de Catastrofización del Dolor (PCS). - Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés (DASS-21).</p> <p><u>EMG y cinemática:</u> - Análisis 3D de la cinemática. - RMS, centroide, entropía.</p>	<p><u>Características Sujetos:</u> - No hubo diferencias significativas en las características demográficas (P>0.05). - Hubo diferencias significativas en la RMS, centroide y entropía entre grupos. (P<0.05). - No hubo diferencias significativas en el análisis cinemático. (P>0.05).</p>
<p>(Wattananon et al., 2019)</p>	<p>Determinar mediante EMG superficial las diferencias en el movimiento lumbopélvico y en la activación muscular entre pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico e individuos sanos durante PHE.</p>	<p>Se reclutaron un total de 14 sujetos de entre 21 y 65 años divididos en: Grupo experimental: 7 sujetos diagnosticados con dolor lumbar crónico inespecífico. (<i>dolor que le lleve a buscar asistencia</i>) Grupo control: 7 sujetos asintomáticos.</p>	<p>Realizar una extensión de cadera en decúbito prono. Dos series de 3 repeticiones.</p>	<p><u>Bilateralmente:</u> - Multífido nivel L5. - Erector espinal lumbar en L1.</p>	<p><u>Antes de la prueba:</u> - Escala de calificación numérica del dolor (NPRS). - Índice de discapacidad de Oswestry (ODI). - La cinemática lumbopélvica mediante: (Electromagnetic tracking system).</p> <p><u>EMG:</u> - RMS. - RMS pico.</p>	<p><u>Características Sujetos:</u> - No hubo diferencias significativas en edad, sexo e IMC entre grupos. (P>0.05). <u>EMG y cinemática:</u> - No hubo diferencias significativas (P > 0.05) en movimiento lumbopélvico entre el control y el grupo experimental. - Los pacientes con dolor lumbar activaron más el LES, pero menos LM en comparación con individuos sanos (P < 0.05).</p>
<p>(Hao et al., 2020)</p>	<p>Comprobar mediante EMG superficial de alta densidad, las diferencias en la distribución espacial y asimetría del músculo erector de la columna entre individuos sanos vs pacientes con dolor lumbar crónico.</p>	<p>Se reclutó un total de 40 soldados, 20 con dolor lumbar crónico y 20 sin dolor. Grupo experimental: 20 sujetos con dolor lumbar crónico. (<i>síntomas que persisten al menos 6 meses</i>). Grupo control: 20 sujetos sin dolor lumbar.</p>	<p>Cada sujeto realiza la prueba de Sorensen durante 1 minuto.</p>	<p><u>Bilateralmente:</u> - Oblicuo Externo. - Recto abdominal. - Erector de la columna a nivel L2 y L5.</p>	<p><u>Antes de la prueba:</u> - Encuesta sobre información personal. - Dolor (EVA). - Índice de discapacidad de Oswestry (ODI).</p> <p><u>Medidas de EMG:</u> - RMS - Entropía - MF - Centroide - MNF - Dispersión</p>	<p><u>Características Sujetos:</u> - No hubo diferencias significativas en las características demográficas de los grupos. (p>0.05). <u>EMG:</u> - La NMF del erector espinal derecho fue significativamente menor en ambos grupos. (p<0.05). - Hubo diferencias significativas en la entropía, centroide y dispersión del erector espinal. (p < 0.05).</p>

Tabla 2. Puntuación de la escala NOS modificada.

Estudio transversal	Selección				Comparabilidad	Resultados		Total (Máx. 10 *)	Evaluación general de la calidad
	Representatividad de la muestra	Tamaño de muestra	No encuestados (Ratio de respuesta)	Comprobación de la exposición (Factor de riesgo)		Evaluación del resultado	Test estadístico		
Arab et al., 2011	-	-	*	**	*	**	*	7	Medio
Hanada et al., 2011	-	-	*	**	**	**	*	8	Buena
Abboud et al., 2014	-	-	*	**	**	**	*	8	Buena
Falla et al., 2014	*	-	*	**	**	**	*	9	Buena
Miura et al., 2014	-	-	*	**	**	**	*	8	Buena
Massé-Alarie et al., 2015	-	-	*	**	**	**	*	8	Buena
Suehiro et al., 2015	*	*	*	**	**	**	*	10	Buena
Jubany et al., 2017/1	-	-	*	**	**	**	*	8	Buena
Jubany et al., 2017/2	-	-	*	**	**	**	*	8	Buena
Pereira et al., 2017	-	*	*	**	*	**	*	8	Buena
Lima et al., 2018	-	*	*	**	**	**	*	9	Buena

Suehiro et al., 2018	-	-	*	**	**	**	*	8	Buena
Da Silva et al., 2019	-	*	*	**	**	**	*	9	Buena
Martínez-Valdés et al., 2019	-	-	*	**	**	**	*	8	Buena
Sanderson et al., 2019/1	-	*	*	**	**	**	*	9	Buena
Sanderson et al., 2019/2	*	-	*	**	**	**	*	9	Buena
Wattananon et al., 2019	*	*	*	**	**	**	*	10	Buena
Hao et al., 2020	-	-	*	**	**	**	*	8	Buena
MEDIA								8.44	

Puntuación de la escala Newcastle Ottawa modificada. La categoría de “selección” tendrá una puntuación máxima de 5, el apartado de “comparabilidad” un máximo de 2 puntos y el apartado de “resultado” un máximo de 3 puntos. La máxima puntuación total son 10 estrellas; se clasifican en: bajo riesgo de sesgo si presenta una puntuación entre 8-10, un riesgo medio entre 4-7 y un riesgo alto entre 0-3.