

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO DE FISIOTERAPIA



Título del trabajo fin de grado: TEST INSTRUMENTALIZADOS EN LA VALORACIÓN DE CONTROL MOTOR EN PACIENTES CON DOLOR LUMBAR CRÓNICO INESPECÍFICO. REVISIÓN SISTEMÁTICA.

Autor: ADRIÁN TORRES MAESTRE.

Número de expediente: 354.

Tutor: EMILIO JOSÉ POVEDA PAGAN.

Departamento y área: PATOLOGÍA Y CIRUGÍA. ÁREA FISIOTERAPIA.

Curso académico: 2018 - 2019.

Convocatoria: JUNIO.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1 Hipótesis	4
2.2 Objetivos	5
3. METODOLOGÍA	5
3.1 Fuentes de datos y estrategia de búsqueda.....	5
3.2 Selección de artículos	6
3.3 Fiabilidad.	6
3.4 Evaluación del riesgo de sesgo	7
3.5 Extracción de datos	7
4. RESULTADOS.....	7
5. DISCUSIÓN	8
5.1 Limitaciones del estudio	15
6. CONCLUSIÓN	16
7. BIBLIOGRAFÍA.....	18
8. ANEXOS	25

TEST INSTRUMENTALIZADOS EN LA VALORACIÓN DE CONTROL MOTOR EN PACIENTES CON DOLOR LUMBAR CRÓNICO INESPECÍFICO. REVISIÓN SISTEMÁTICA

1. RESUMEN

Introducción: El dolor lumbar crónico inespecífico puede estar relacionado con la disfunción del sistema de estabilización de la columna vertebral. La valoración objetiva para conocer los desequilibrios de forma fiable es de gran importancia para su abordaje.

Objetivo/s: Conocer los test de control motor y estabilidad lumbar instrumentalizados que existen actualmente en la literatura para valorar el control motor, así como la fiabilidad intra e interobservador de los mismos.

Material y método: Se realiza una búsqueda sistemática en las bases de datos EMBASE, Scopus y Pubmed. Analizamos los test instrumentalizados y los patrones alterados en la patología lumbar, además, medimos el riesgo de sesgo y la fiabilidad de los estudios.

Resultados: 38 artículos han cumplido los criterios de inclusión, en ellos, encontramos 4 instrumentos diferentes de valoración, utilizados de forma diversa, como son: ecografía, electromiografía, unidad de biorretroalimentación a presión y dinamómetro isocinético.

Conclusión: Se ha observado una alta fiabilidad del uso de ecografía para medir el grosor de la musculatura estabilizadora. Además de una gran utilidad del uso de electromiografía, dinamómetro isocinético y unidad de biorretroalimentación a presión, para medir el tiempo de activación muscular, fuerza y propiocepción de la musculatura extensora lumbar y activación del transverso del abdomen respectivamente.

Palabras clave: “low back pain”, “test”, “abdominal muscle”

INSTRUMENTALIZED TEST IN THE EVALUATION OF MOTOR CONTROL IN PATIENTS WITH UNCONSCIOUS CHRONIC LUMBAR PAIN. SYSTEMATIC REVIEW

1. ABSTRACT

Introduction: Nonspecific chronic low back pain can be related to the dysfunction of the stabilization system of the spine. The objective evaluation to reliably know the imbalances is of great importance for its approach.

Objective / s: To know the tests of motor control and instrumentalized lumbar stability that currently exist in the literature to evaluate the motor control, as well as the intra-interobserver reliability of the same.

Material and method: A systematic search was performed in the databases EMBASE, Scopus and Pubmed. We analyzed the instrumentalized tests and the altered patterns in the lumbar pathology, in addition, we measured the risk of bias and the reliability of the studies.

Results: 38 articles have met the inclusion criteria, in them, we find 4 different assessment instruments, used in different ways, such as: ultrasound, electromyography, pressure biofeedback unit and isokinetic dynamometer.

Conclusion: It has been observed a high reliability of the use of sonography to measure the thickness of the stabilizing musculature. In addition to a great use of electromyography, isokinetic dynamometer and pressure biofeedback unit, to measure the time of muscle activation, strength and proprioception of the lumbar extensor musculature and activation of the transverse abdominal muscle respectively.

Keywords: "low back pain", "test", "abdominal muscle"

2. INTRODUCCIÓN

La lumbalgia se define como el dolor y malestar, localizados entre el margen costal y los pliegues glúteos inferiores, con o sin dolor referido hacia la pierna (Cuesta, y cols. 2007). En el 80% de los casos de lumbalgia, no se le puede atribuir el problema a una lesión específica alguna, solamente en el 10-15 % de los casos es posible determinar la etiología, esto es debido a que, a pesar de la utilización de pruebas complementarias, en el 80-85 % de los casos se establece el diagnóstico de lumbalgia inespecífica por falta de correlación entre los resultados y la historia clínica (Pérez, y cols. 2006)

El dolor lumbar es una afección muy frecuente, el 80% de las personas lo padecen alguna vez en su vida y es responsable del 25% de casos de absentismo laboral. Su incidencia anual es de 10%-15% y su prevalencia del 15%-45%. En el 60% de las ocasiones las personas afectadas presentan recurrencias, llegando incluso a la cronicidad (Cuesta, y cols. 2007). Además, es la segunda causa en frecuencia de visitas médicas, la quinta en frecuencia de hospitalización y la tercera en frecuencia de intervención quirúrgica. Esta patología también es la tercera causa de incapacidad funcional crónica después de las afecciones respiratorias y traumatismos (Pérez, y cols. 2006).

Algunos trabajos sugieren que el LBP puede ser causado por inestabilidad espinal debido a un trastorno neuromuscular que implica un fallo del mecanismo de autorregulación del control motor y la capacidad de contracción de la musculatura, produciéndose un desequilibrio en el sistema de estabilización de la columna vertebral, constituido por la columna vertebral, la musculatura profunda y superficial de la columna vertebral, la fascia toraco – lumbar, el sistema nervioso central y periférico (Alyazedi, y cols. 2015; Hicks, y cols. 2003).

En los últimos años se ha estudiado la relación de la patología lumbar con la disfunción de control motor lumbar y la función de los músculos estabilizadores del tronco. Sin embargo, hay diferentes hipótesis sobre cuáles son los cambios que provocan una disfunción en el control motor, estas hipótesis van desde el desequilibrio del grosor y/o contracción de la musculatura superficial y profunda, fuerza reducida de la musculatura estabilizadora lumbo-pélvica y variaciones en la latencia de activación de los músculos estabilizadores ante tareas que provocan desestabilización postural (Hoges, y cols. 2003; Akbari, y cols. 2015).

Los diferentes factores asociados a un incorrecto patrón de control motor y estabilidad muscular en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico pone de manifiesto la necesidad de establecer procedimientos de valoración objetivos y fiables. En la literatura encontramos numerosos estudios que utilizan una gran variedad de pruebas instrumentalizadas para la valoración del control motor y la estabilidad lumbar, mediante las cuales podemos cuantificar y objetivar las condiciones individuales de cada sujeto. Conocer los test instrumentalizados utilizados vigentemente y la fiabilidad de los mismos, es de gran importancia para una correcta valoración del dolor lumbar inespecífico (Hoges, y cols. 2003; Akbari, y cols. 2015).

2.1 Hipótesis

Nos planteamos la hipótesis de que existe falta de consenso para la valoración del control motor y estabilidad lumbar mediante test instrumentalizados, además de que hay pocos estudios que avalen la fiabilidad de dichos procedimientos de valoración.

2.2 Objetivos

Objetivo general

Conocer los diferentes test instrumentalizados de control motor y/o estabilidad lumbar que existen actualmente en la literatura científica para valorar las disfunciones biomecánicas en la región lumbo-pélvica.

Objetivo secundario

1. Evaluar la fiabilidad intra e interobservador de los test instrumentalizados presentes en la literatura para valorar los desequilibrios de control motor en pacientes con lumbalgia crónica inespecífica.
2. Determinar qué factores están alterados en los sujetos con patología lumbar.
3. Evaluar la calidad, mediante la escala QAREL, de los estudios que utilizan test de CM instrumentalizados.

3. METODOLOGÍA

3.1 Fuentes de datos y estrategia de búsqueda

Realizamos una búsqueda de artículos por las bases de datos Pubmed, Embase y Scopus entre el 5 de febrero y el 15 de mayo de 2019, el proceso de búsqueda llevado a cabo para la revisión sistemática siguió las directrices PRISMA (Urrútia, y cols. 2010). Para realizar la búsqueda en las diferentes bases de datos se combinó, mediante el operador booleano “AND”, las palabras claves, “Low back pain”, “test” y “abdominal muscle”.

Como criterios de inclusión utilizamos aquellos estudios que fueron realizados en humanos, en los que utilizaron test de control motor y/o de estabilidad lumbar instrumentalizados y que se publicaran en inglés o castellano. Fueron excluidos los

estudios que no utilizaron test instrumentalizados, que incluyeran sujetos con dolor lumbar debido a una patología específica (problemas gastrointestinales, tumor, patología torácica o patología de páncreas, etc.), los estudios que no se pudieron obtener de forma completa y los estudios que no obtuvieron más de un 4 en la escala QAREL.

3.2 Selección de artículos

Se realizó una primera selección de estudios mediante el cribado de títulos y resúmenes pertinentes, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y de exclusión previamente citados. Después de este primer cribado, realizamos la lectura completa de los artículos. Los estudios que, tras la lectura completa, no se adaptaron a los criterios de inclusión y/o presentaban criterios de exclusión, fueron excluidos. Posteriormente, mediante la escala QAREL, se midió el riesgo de sesgo y los artículos que obtuvieron una puntuación por debajo de 5, no fueron incluidos. La selección y lectura de los estudios fue realizada por el autor y supervisada por el tutor, cuando hubo un desacuerdo o duda, esto fue discutido hasta llegar a un acuerdo.

3.3 Fiabilidad.

La fiabilidad está definida como la probabilidad de que un sistema, aparato o dispositivo cumpla una determinada función bajo ciertas condiciones durante un tiempo determinado, o la ausencia de errores del dispositivo para realizar las mediciones. Cuando hablamos de fiabilidad diferenciamos entre fiabilidad intraobservador, es decir, los resultados que son reproducibles por el mismo observador en diferentes mediciones y la fiabilidad interobservador, es decir, los resultados obtenidos en las mismas condiciones por diferentes examinadores.

Para medir la fiabilidad de las mediciones obtenidas por los examinadores en los estudios, hemos analizado el coeficiente de correlación intraclase expresado y/o el coeficiente de correlación interclase. Mediante este coeficiente podemos valorar si la fiabilidad es pobre, por debajo de 0.4; moderada, de 0.4 a 0.59; buena de 0.6 a 0.75; y excelente/alta por encima de 0.75 (Mukaka, y cols. 2012).

3.4 Evaluación del riesgo de sesgo

Para evaluar el riesgo de sesgo se ha utilizado la escala Quality Appraisal of Reliability Studies (QAREL) checklist. Esta escala consta de 11 ítems evaluados como “sí”, “no”, “incierto” o “no aplicable”. Los artículos que mostraron una puntuación por debajo de 4 mostraron un riesgo de sesgo alto.

3.5 Extracción de datos

La información extraída de cada estudio se clasifica en: (1) test instrumentalizados, (2) autor, año, (3) objetivo, (4) muestra, método y (5) resultado: fiabilidad.

4. RESULTADOS

El proceso de búsqueda y selección de artículos se refleja en la Figura 1. En la primera búsqueda, realizada en las bases de datos EMBASE, Scopus y Pubmed, fueron obtenidos un total de 752 artículos, al realizar la lectura de los títulos y los resúmenes fueron seleccionados un total de 162 artículos, se realizó la lectura completa de todos ellos y siguiendo los criterios de inclusión y de exclusión, se seleccionaron un total de 45 artículos, de los cuales fueron descartados 7 por no conseguir más de una puntuación de 4 en la escala QAREL y obtener un riesgo alto de sesgo.

En total se han incluido un total de 38 artículos. Hemos incluido 4 instrumentos diferentes de valoración, como son la ecografía, la electromiografía de superficie y la unidad de biorretroalimentación a presión. Los diferentes artículos han sido agrupados, según los instrumentos de valoración utilizados, en las Tablas 1, 3, 5 y 7. Además, en las Tablas 2, 4, 6 y 8 se muestra las puntuaciones obtenidas para el riesgo de sesgo de cada artículo.

5. DISCUSIÓN

El objetivo principal del estudio ha sido conocer los test instrumentalizados, presentes en la bibliografía, para valorar el control motor y la estabilidad muscular lumbar, además de evaluar la calidad de dichos estudios, la fiabilidad de los test utilizados por los autores y determinar qué diferencias existen en los sujetos valorados con dolor lumbar crónico inespecífico respecto a los sujetos sanos. Hemos obtenido un total de 38 artículos, de los cuales 13 hablan de ecografía, 12 hablan de electromiografía, 7 de stabilizer y 6 incluyen en su estudio el dinamómetro isocinético como instrumento.

Hemos encontrado una gran cantidad de estudios que incluyen test instrumentalizados. Muchos de los test son utilizados en base a los resultados de estudios anteriores y sin seguir un patrón estándar consensuado. Además, los diferentes dispositivos son utilizados de forma muy variable, lo que hace muy complicado compararlos entre ellos y llegar a conclusiones claras. Algunos estudios sí que investigan sobre la fiabilidad del dispositivo utilizado, sin embargo, ésta no es la regla, y muchos de los estudios no hace referencia a la fiabilidad de las mediciones obtenidas o simplemente hace referencia a las mediciones intraobservador, lo que aumenta el riesgo de sesgo según la escala QAREL.

ECOGRAFÍA

La activación de la musculatura profunda abdominal es un factor para tener en cuenta en el abordaje de los pacientes con dolor lumbar crónico (Hoges, y cols. 2003). La ecografía es la herramienta más utilizada para medir el grosor de los músculos abdominales y la tarea más estudiada por los autores, en combinación con la ecografía, es la maniobra de estiramiento/vaciamiento abdominal. Hides, y cols. 2006, midió el grosor del músculo transverso del abdomen (TrA), mediante la tarea de estiramiento abdominal, con ecografía y con resonancia magnética y obtuvo una correlación muy alta entre los resultados. Esto, unido a la alta fiabilidad intra e interobservador obtenida en diferentes estudios encontrados (Emami, y cols. 2018; Ehsani, y cols. 2016; Kopenhaver, y cols. 2009; Hides, y cols. 2007; Teyhen, y cols. 2005) y la alta calidad de los artículos, evidencia el uso de ecografía unido a la tarea de estiramiento abdominal como herramienta de elección para la medición del grosor de la musculatura abdominal. Además, Emami, y cols. 2018 defiende que las medidas obtenidas con la maniobra de estiramiento muestran los mismos resultados, que cuando se combina esta maniobra con el estabilizer.

Los resultados de los estudios incluidos muestran que el grosor del TrA y su activación disfuncional es uno de los factores que más correlación tiene con el dolor lumbar y la discapacidad (Emami, y cols. 2018; Sutherlin, y cols. 2018; Ehsani, y cols. 2016; Teyhen, y cols. 2009; Hides, y cols. 2008), sin embargo, no queda clara la relación entre el grosor de los demás músculos, que influyen en la estabilidad lumbar, y la sintomatología. Mientras que Hides, y cols. 2008 refiere que el músculo oblicuo interno (OI) no presenta correlación con la sintomatología, Teyhen, y cols. 2009 sí que relaciona este músculo con los síntomas. Además, el grosor de multifido lumbar (ML) y oblicuo externo (OE) son estudiados por Sutherlin, y cols. 2018 y Ehsani, y cols. 2016 y en ambos casos parece no

haber relación entre el grosor y activación de estos músculos y la sintomatología descrita. Por lo que, aunque la relación del TrA con la sintomatología parece evidente, hace falta más estudios que investiguen la relación de la musculatura adyacente abdominal y lumbar con la situación clínica del paciente.

Sin embargo, comparar los resultados obtenidos con la ecografía es muy complicado debido a que, aunque la maniobra de estiramiento abdominal es la tarea de elección por los autores, y, según Lerivière, y cols. 2013, muestra medidas más fiables que otras tareas como contracción isométrica y/o tareas dinámicas inestables, otros autores como Ehsani, y cols. 2016, Teyhen, y cols. 2009 y Hides, y cols. 2008 defienden, mediante estudios de alta calidad, según la escala QAREL, que la tarea de la elevación de la pierna recta, una tarea levantamiento de peso del suelo y una prueba de inestabilidad inducida por una plataforma inestable, respectivamente, también son test que se pueden utilizar, con una alta fiabilidad, para la medición con ecografía del grosor y activación muscular. Por lo que, si queremos estudiar qué factores están alterados en los sujetos con dolor lumbar, se deben realizar más investigaciones para consensuar que test pueden aumentar la fiabilidad de las mediciones con ecografía.

También son necesarias más investigaciones que estudien la fiabilidad interobservador, aunque la mayoría de los artículos incluidos hacen referencia a la fiabilidad interexaminador, algunos de los estudios incluidos solo estudian la fiabilidad intraobservador (Sutherlin, y cols. 2018; ShaAli, y cols. 2015; Wallwort, y cols. 2007; Critchley, y cols. 2002), lo que aumenta el riesgo de sesgo de estos estudios. A pesar de esto, la ecografía es el dispositivo más estudiado de todos los encontrados, junto a la electromiografía, obteniendo unos resultados muy favorables, por lo que es una herramienta que hay que tener en cuenta en la valoración de la estabilidad lumbar.

ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE

El tiempo que tarda la musculatura estabilizadora en activarse durante tareas dinámicas, es lo más valorado mediante electromiografía de superficie, en los artículos incluidos. En algunos estudios se observa que los sujetos que muestran dolor lumbar y discapacidad, a diferencia de los sujetos sanos, no activan, la musculatura estabilizadora lumbar como mecanismo anticipatorio de protección ante un estímulo externo que provoca desestabilización (Kahlee, y cols. 2017; Moreside, y cols. 2014; Gao, y cols. 2013; Kumar, y cols. 2010; Cholewicki, y cols. 2005). Marshall, y cols. 2010 en su estudio concluye que, de una muestra de 80 sujetos con dolor lumbar, el 75% no activaron la musculatura como feedforward a una tarea de desestabilización, además, Silfies, y cols. 2009 llega a la misma conclusión y añade que los sujetos que no fueron diagnosticados previamente de inestabilidad, aunque presentaban dolor lumbar, obtuvieron activación anticipatoria similar a los sujetos sanos. Por lo que la valoración, mediante electromiografía de la activación anticipatoria de la musculatura, ante tareas desestabilizadoras, es un factor que hay que tener en cuenta en la valoración de sujetos con dolor lumbar, sobre todo si presentan disfunción en el control motor.

El test más utilizado por los autores para provocar la desestabilización, y medir el tiempo de activación lumbar, es la tarea de elevación/descenso rápido de brazos, mediante flexo – extensión de hombros en bipedestación (Gao, y cols. 2013; Marshall, y cols. 2010; Silfies, y cols. 2009; Marshall, y cols. 2003), o cargas repentinas en miembros superiores durante la bipedestación (Akbari, y cols. 2015; Cholewicki, y cols. 2005). Esta es una tarea sencilla donde se observa la actividad de los músculos mediante electromiografía: tiempo de activación, actividad y coactivación muscular.

Mientras que los autores se ponen de acuerdo en que, el tiempo de activación es un factor para tener en cuenta en la valoración de control motor, no queda claro como es la actividad muscular en sujetos con dolor lumbar. Algunos autores llegan a la conclusión de que la actividad muscular disminuye en los sujetos con dolor lumbar (Akbari, y cols. 2015; Correira, y cols. 2016; Ershad, y cols. 2009) y otros defienden que la actividad muscular aumenta (Kahlee, y cols. 2017; Gao, y cols. 2013; Kumar, y cols. 2010).

El motivo de esto puede ser, además de que cada autor utiliza un test diferente para la valoración, que no hay consenso sobre qué músculos hay que valorar, y los autores se basan en otros estudios, para valorar los mismos músculos que los que valoró el autor del estudio en el que se basan. Sin embargo, Sheeran, y cols. 2012 sí que manifiesta que, la actividad medida con electromiografía de superficie, de los músculos más profundos, puede no ser fiable, ya que no se puede diferenciar, según su estudio, entre la actividad de la musculatura superficial y profunda, por lo que la valoración de TrA y ML, podría no ser fiable mediante electromiografía de superficie.

No es posible decir si estos test mencionados presentan mayor fiabilidad que los test que utilizan ecografía en combinación a contracciones isométricas (Kumar, y cols. 2010) y/o placa de fuerza desestabilizadora (Gao, y cols. 2013), ya que, no hemos encontrado ningún estudio que compare la fiabilidad de los test. Además, solo 2 estudios, de los 12 incluidos, hacen referencia a la fiabilidad intraclase de las mediciones (Kahlee, y cols. 2017; Cholewicki, y cols. 2005) y solamente Stevens, y cols. 2006 evalúa la fiabilidad interobservador. A pesar de obtener, estos tres estudios, unos buenos resultados no hay ningún estudio incluido que obtenga más de 6 puntos en la escala QAREL, ya que, o bien para evaluar la fiabilidad interobservador y/o intraobservador, los examinadores no fueron cegados a los resultados, o bien las muestras valoradas eran muy pequeñas. Todo

esto, hace pensar que, aunque la valoración del tiempo de activación muscular puede ser un factor que debemos tener en cuenta, la electromiografía necesita estudios de mayor calidad para ser un instrumento fiable que se pueda utilizar en la valoración de personas con dolor lumbar crónico inespecífico.

DINAMÓMETRO ISOCINÉTICO

Hoges, y cols. 2003 dice que la valoración de la fuerza de la musculatura extensora superficial y profunda es un factor importante para el abordaje del dolor lumbar. En nuestro estudio, hemos incluido 6 artículos, en los que, los autores, coinciden con Hoges, y cols. 2003 y concluyen en sus estudios que los sujetos con dolor lumbar, valorados con dinamómetro isocinético presentaron menor fuerza muscular para realizar la extensión lumbar (Rosi, y cols. 2015; Yilmaz, y cols. 2010; Rantanen, y cols. 2000), además, se ha observado una alta correlación entre la intensidad de los síntomas de dolor lumbar y la disfunción para reposicionar el asiento del dinamómetro sobre la vertical (en 0 grados), por lo que, algunos autores, también manifiestan la necesidad de valorar la propiocepción lumbo – pélvica, siendo este instrumento útil para medir dicho parámetro (Verbrugghe, y cols. 2019; Rosi, y cols. 2015; Yilmaz, y cols. 2010; Shin, y cols. 2009).

Aunque parece que el dinamómetro isocinético es un dispositivo útil y práctico para medir la fuerza muscular y la propiocepción lumbo – pélvica, hace falta mejorar la calidad de los estudios presentes en la bibliografía, ya que solamente dos de los estudios encontrados estudian la fiabilidad intraobservador (Ranten, y cols. 2000) e interobservador (Verbrugghe, y cols. 2019), siendo solamente uno de ellos actual. Además, 5 de los 6 artículos incluidos obtienen 5 puntos en la escala QAREL. Esto manifiesta un riesgo de sesgo moderado – alto, por lo que, son necesarias investigaciones de mayor calidad que

avalen el uso de este dispositivo para la valoración de la fuerza y propiocepción de la musculatura lumbar.

Además, Rato, y cols. 2017 manifiesta que con el dinamómetro isocinético es complicado diferenciar entre la activación de la musculatura superficial y profunda. Puede ser este el motivo, por el que, la mayoría de los estudios no especifican, si la musculatura a valorar es la musculatura paraespinal superficial o profunda. Aunque, Hodges, y cols. 2003 hace referencia, a la disminución de fuerza, tanto de la musculatura superficial y profunda, extensora del tronco, como factor de riesgo para padecer dolor lumbar, sería necesario estudiar si con este dispositivo podemos detectar disfunciones musculares tanto de la musculatura superficial como profunda y si es posible correlacionar los resultados con la sintomatología.

UNIDAD DE BIORRETROALIMENTACIÓN A PRESIÓN (PBU) O STABILIZER

Este dispositivo se utiliza, normalmente, combinado con la maniobra de estiramiento abdominal, para valorar la contracción del músculo TrA. Para realizar la tarea de forma correcta, se posiciona el stabilizer por encima de las crestas ilíacas con una presión de 40 mmHg y si el sujeto es capaz de realizar la maniobra de estiramiento abdominal sin que aumente ni disminuya la presión más de 5 mmHg, supuestamente, existe buena contracción del músculo TrA. En algunos de los artículos que hemos incluidos se correlaciona la presencia de dolor lumbar con la incapacidad de realizar esta tarea exitosamente (Lee, y cols. 2015; Cairns, y cols. 2000)

Sin embargo, es necesario estudiar si el músculo TrA se activa específicamente al realizar esta tarea. Grooms, y cols. 2013, comparó los resultados con medidas de la activación muscular mediante ecografía, y concluye que realizar este test correctamente no

manifiesta que haya una buena contracción del músculo TrA, sin embargo, los sujetos que realizaron mal la tarea, en su estudio, mostraron menor activación del músculo TrA. Por otro lado, Lima, y cols. 2012, llevó a cabo un estudio similar, y con los resultados obtenidos, atribuyó una baja sensibilidad y especificidad a este test. Por lo que, todavía son necesarias más investigaciones.

Además, tampoco hay acuerdo entre la fiabilidad del test. Storheim, y cols. 2002 refiere que este test presentó una baja fiabilidad inter e intraobservador, Von Gariner, y cols. 2009 muestra en su estudio, una buena fiabilidad intraobservador, pero una baja fiabilidad interobservador y por el contrario, Lima, y cols 2012 y Grooms, y cols. 2013 atribuyen una fiabilidad inter e intraobservador satisfactoria – excelente. Esto debería discutirse en próximas investigaciones para valorar la fiabilidad real de este test instrumentalizado.

5.1 Limitaciones del estudio

La principal y más importante limitación ha sido la gran muestra de artículos encontrada. Hemos querido buscar estudios que emplearan test instrumentalizados, por lo que, hemos encontrados diferentes dispositivos, utilizados de forma muy variada, empleados en la valoración de sujetos con lumbalgia crónica inespecífica. Al encontrar tanta variedad de dispositivos, utilizados de forma diversa, ha sido complicado explicar de forma detallada todos los test instrumentalizados usados en los estudios encontrados en la bibliografía.

Además, no todos los artículos hablan directamente del tema a tratar en esta revisión, sino que utilizaban el test instrumentalizado para realizar otro tipo de investigación, por lo que ha sido necesaria, en algunos casos, la lectura completa de una gran cantidad de artículos para poder decidir si cumplían los criterios de inclusión

6. CONCLUSIÓN

En la bibliografía encontramos una gran cantidad de instrumentos utilizados de forma variada para la valoración del control motor e inestabilidad muscular en sujetos con lumbalgia crónica inespecífica. Los estudios que utilizan ecografía han aumentado considerablemente en los últimos años, se ha demostrado que este es un método fiable para medir el grosor de la musculatura estabilizadora de la columna lumbar, sobre todo durante la maniobra de estiramiento/vaciamiento abdominal. Sin embargo, debido a la gran variedad de test utilizados, es necesario un mayor consenso para el uso de este instrumento. Por otro lado, valorar el tiempo de activación de la musculatura estabilizadora, como mecanismo anticipatorio en las tareas que provocan desestabilización de la columna lumbar, mediante electromiografía es un método útil. Sin embargo, son necesarias más investigaciones que estudien la fiabilidad de las mediciones de este instrumento, y estandarizar los test más sensibles y específicos mediante el uso de electromiografía.

Otros autores han utilizado diferentes test de estabilidad muscular lumbar con el uso de la unidad de biorretroalimentación a presión, concluyendo que los sujetos con dolor lumbar tuvieron más dificultades para realizar correctamente la tarea de estiramiento/vaciamiento abdominal con este dispositivo. Aunque parece haber una fiabilidad intraobservador alta, es necesario investigar más sobre la fiabilidad interobservador.

Por último, parece haber una correlación entre los sujetos que padecen dolor lumbar y los sujetos que presenta disfunción del rango de movimiento, propiocepción y fuerza de la musculatura extensora lumbar de la columna lumbar. Para valorar estos parámetros el uso de un dinamómetro isocinético parece ser un instrumento que podría ser de elección. Aunque, también son necesarias más investigaciones que avalen la fiabilidad de este dispositivo



7. BIBLIOGRAFÍA

- Aboufazeli M, Akbari M, Jamshidi AA. Comparison of selective local and global muscle thicknesses in female with and without chronic low back pain. 2018;20(6). 194 – 204.
- Akbari M. Changes in postural and trunk muscles responses in patients with chronic nonspecific low back pain during sudden upper limb loading. 2015;29(265).
- Alyazedi, FM, Lohman, EB, Wesley Swen, R, Bahjri, K. The inter-rater reliability of clinical tests that best predict the subclassification of lumbar segmental instability: structural, functional and combined instability. Journal of Manual & Manipulative Therapy. 23(4).
- Cairns M, Harrison, K, Wright C. (2000). Pressure Biofeedback: A useful tool in the quantification of abdominal muscular dysfunction? Physiotherapy, 86(3), 127–138.
- Cholewicki J, Silfies P, Greene, S.(2005). Delayed Trunk Muscle Reflex Responses Increase the Risk of Low Back Injuries. Spine, 30(23), 2614–2620.
- Cuesta Vargas A. Efectividad de la fisioterapia basada en la evidencia con la carrera acuática sobre la lumbalgia crónica mecánica inespecífica [Tesis doctoral]. Málaga: Departamento de Fisiología Humana y Educación Física y Deportiva, Universidad de Málaga. 2007.
- Correia JP, Oliveira R, Silva L, Correia P. (2016). Trunk muscle activation, fatigue and low back pain in tennis players. Journal of Science and Medicine in Sport, 19(4), 311–316.

- Costa P, Maher CG, Latimer, J, Hodges PW, Shirley D. (2009). An investigation of the reproducibility of ultrasound measures of abdominal muscle activation in patients with chronic non-specific low back pain. *European Spine Journal*, 18(7), 1059–1065.
- Critchley DJ, Coutts FJ. (2002). Abdominal Muscle Function in Chronic Low Back Pain Patients. *Physiotherapy*, 88(6), 322–332.
- Ehsani F, Arab AM, Salavati M, Jaberzadeh S, Hajihassani A. (2016). Ultrasound Measurement of Abdominal Muscle Thickness With and Without Transducer Fixation During Standing Postural Tasks in Participants With and Without Chronic Low Back Pain: Intrasession and Intersession Reliability. *PM&R*, 8(12), 1159–1167.
- Emami F, Yoosefinejad AK, Razeghi M. (2018). Correlations between core muscle geometry, pain intensity, functional disability and postural balance in patients with nonspecific mechanical low back pain. *Medical Engineering & Physics*.
- Ershad N, Kahrizi S, Abadi MF, Zadeh SF. (2009). Evaluation of trunk muscle activity in chronic low back pain patients and healthy individuals during holding loads. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 22(3), 165–172.
- Gao Y, Shi J, Zheng L, (2013). Adaptation of muscles of the lumbar spine to sudden imbalance in patients with lower back pain caused by military training. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(6), 774–781.
- Grooms DR, Grindstaff TL, Croy T, Hart JM, Saliba SA. (2013). Clinimetric Analysis of Pressure Biofeedback and Transversus Abdominis Function in Individuals With Stabilization Classification Low Back Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(3), 184–193.

- Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, Mishock J. Interrater reliability of clinical examination measures for identification of lumbar segmental instability. (2003) Arch Phys Med Rehabil. 84(18), 58-64.
- Hides, JA, Miokovic, T, Belavý, DL, Stanton WR, Richardson CA. (2007). Ultrasound Imaging Assessment of Abdominal Muscle Function During Drawing-in of the Abdominal Wall: An Intrarater Reliability Study. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 37(8), 480–486.
- Hides J, Stanton W, Freke M, Wilson S, McMahon S, Richardson C. (2008). MRI study of the size, symmetry and function of the trunk muscles among elite cricketers with and without low back pain. British Journal of Sports Medicine, 42(10), 509–513.
- Hodges, P, Moseley G. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2003;13(4).
- Kahlaee AH, Ghamkhar L, Arab AM. (2017). Effect of the Abdominal Hollowing and Bracing Maneuvers on Activity Pattern of the Lumbopelvic Muscles During Prone Hip Extension in Subjects With or Without Chronic Low Back Pain: A Preliminary Study. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 40(2), 106–117.
- Kato S, Murakami H, Inaki A, Mochizuki T, Demura S, Nakase J, Tsuchiya, H. (2017). Innovative exercise device for the abdominal trunk muscles: An early validation study. 12(2).
- Koppenhaver SL, Hebert JJ, Fritz JM, Parent EC, Teyhen, DS, Magel, JS. (2009). Reliability of Rehabilitative Ultrasound Imaging of the Transversus Abdominis and Lumbar Multifidus Muscles. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 90(1), 87–94.

- Kumar S, Prasad N. (2010). Torso muscle EMG profile differences between patients of back pain and control. *Clinical Biomechanics*, 25(2), 103–109.
- Larivière, C, Gagnon, D, De Oliveira E, Henry SM, Mecheri H, Dumas JP. (2013). Reliability of Ultrasound Measures of the Transversus Abdominis: Effect of Task and Transducer Position. *PM&R*, 5(2), 104–113.
- Lee N, Jung J, You J, Kang S, Lee D, Jeon H. (2011). Novel augmented ADIM training using ultrasound imaging and electromyography in adults with core instability. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 24(4), 233–240
- Lima P, Oliveira R, de Moura A, Raposo M, Costa L, Laurentino G. (2012). Reproducibility of the pressure biofeedback unit in measuring transversus abdominis muscle activity in patients with chronic nonspecific low back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(2), 251–257.
- Lima P, Oliveira, R, Raposo M, Costa L, Laurentino, G. (2012). Concurrent validity of the pressure biofeedback unit and surface electromyography in measuring transversus abdominis muscle activity in patients with chronic nonspecific low back pain. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 16(5), 389–395.
- Marshall P, Murphy B. (2010). Delayed abdominal muscle onsets and self-report measures of pain and disability in chronic low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(5), 833–839.
- Marshall P, Murphy B. (2003). The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(5), 477–489.

- Moreside JM, Quirk DA, Hubley-Kozey CL. (2014). Temporal Patterns of the Trunk Muscles Remain Altered in a Low Back–Injured Population Despite Subjective Reports of Recovery. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(4), 686–698
- Mukaka, M. Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. 2012; 24(3):69-71.
- Pérez Guisado J. Contribucion al estudio de la lumbalgia inespecífica. (2006) *Ortop Traumatol*. 20(2).
- Rantanen P, Nykvist F. (2000). Optimal sagittal motion axis for trunk extension and flexion tests in chronic low back trouble. *Clinical Biomechanics*, 15(9), 665–671.
- Rossi M, Morcelli M, Cardozo A, Denadai B, Gonçalves M, Navega T. (2015). Discriminant analysis of neuromuscular variables in chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 28(2), 239–246.
- ShahAli, S, Arab, AM, Talebian, S, Ebrahimi, E, Bahmani, A, Karimi, N, Nabavi H. (2015). Reliability of ultrasound thickness measurement of the abdominal muscles during clinical isometric endurance tests. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(3), 396–403.
- Sheeran L, Sparkes V, Caterson B, Busse-Morris M, van Deursen R. (2012). Spinal Position Sense and Trunk Muscle Activity During Sitting and Standing in Nonspecific Chronic Low Back Pain. *Spine*, 37(8).
- Shin G, D’Souza, C, Liu Y. (2009). Creep and Fatigue Development in the Low Back in Static Flexion. *Spine*, 34(17), 1873–1878.

- Silfies SP, Mehta R., Smith SS, Karduna AR. (2009). Differences in Feedforward Trunk Muscle Activity in Subgroups of Patients With Mechanical Low Back Pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(7), 1159–1169.
- Stevens V, Bouche G, Mahieu N, Cambier D, Vanderstraeten G, Danneels A. (2006). Reliability of a Functional Clinical Test Battery Evaluating Postural Control, Proprioception and Trunk Muscle Activity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85(9), 727–736.
- Storheim K, Pederstad O, Jahnsen R. (2002). Intra-tester reproducibility of pressure biofeedback in measurement of transversus abdominis function. *Physiotherapy Research International*, 7(4), 239–249.
- Sutherlin MA, Gage M, Mangum LC, Hertel J, Russell S, Saliba, SA, Hart JM. (2018). Changes in Muscle Thickness Across Positions on Ultrasound Imaging in Participants With or Without a History of Low Back Pain. *Journal of Athletic Training*, 53(6), 553–559.
- Teyhen DS, Bluemle LN, Dolbeer JA, Baker SE, Molloy JM, Whittaker J, Childs, JD. (2009). Changes in Lateral Abdominal Muscle Thickness During the Abdominal Drawing-in Maneuver in Those With Lumbopelvic Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(11), 791–798.
- Teyhen P, Miltenberger M, Deiters M, del Toro M, Pulliam N. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. (2005). *Journal of orthop & sports*. 35(6).
- Urrútia G, Bonfill X. PRISMA declaration: A proposal to improve the publication systematic reviews and meta-analyses. 2010;135(11):507-511.

- Verbrugghe J, Agten A. Reliability and agreement of isometric functional trunk and isolated lumbar strength assessment in healthy persons and persons with chronic nonspecific low back pain. (2019) *Physical Therapy in Sport*. 38. 1 – 7.
- Von Garnier K, Köveker K, Rackwitz B, Kober U, Wilke S, Ewert T, Stucki G. (2009). Reliability of a test measuring transversus abdominis muscle recruitment with a pressure biofeedback unit. *Physiotherapy*, 95(1), 8–14.
- Wallwork, TL, Hides, JA, Stanton WR. (2007). Intrarater and Interrater Reliability of Assessment of Lumbar Multifidus Muscle Thickness Using Rehabilitative Ultrasound Imaging. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(10), 608–612.
- Yilmaz B, Taskaynatan M, Goktepe S, Tugcu I, Yazicioglu K. Mohur H. (2010). Relationship Between Lumbar Muscle Strength and Proprioception After Fatigue in Men with Chronic Low Back Pain. *Turkish Journal of Rheumatology*, 25(2), 68–71.

8. ANEXOS

Figura 1. *Proceso de selección de los artículos.*

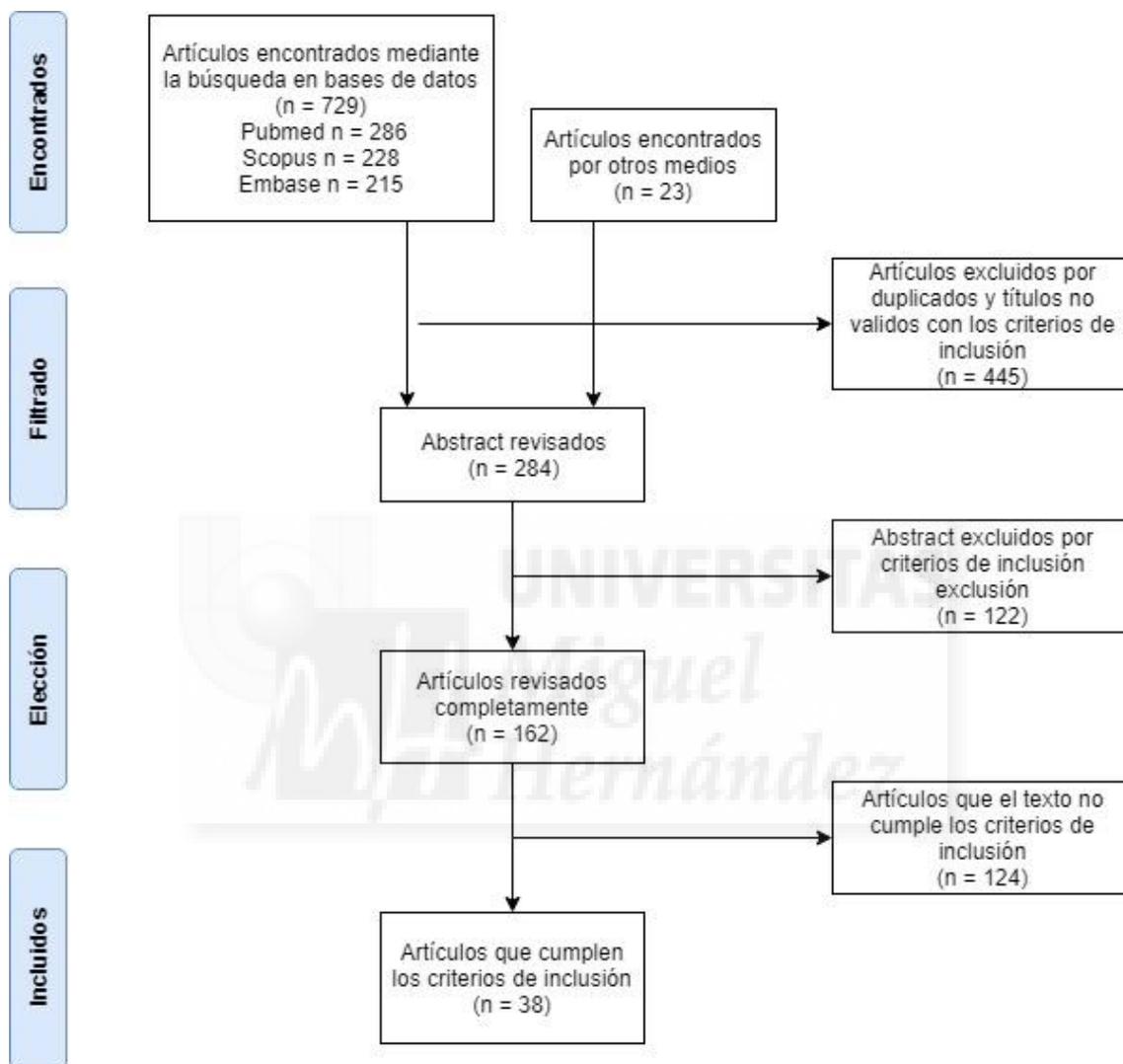


Tabla 1. Datos de los artículos seleccionados. Ecografía.

Test instrumentalizado	AUTOR, AÑO	OBJETIVO	MUESTRA MÉTODO	RESULTADO: FIABILIDAD
Ecografía	Aboufazeli M.; 2018	Comprobar si la ecografía es un método fiable para el diagnóstico clínico de LBP.	Participaron 30 sujetos sanos y 30 sujetos con LBP. Se midió los músculos: cuadrado lumbar, ML, TrA y glúteo medio, durante la activación de estos músculos y en reposo. Se calculó el coeficiente de correlación intraclase y el error estándar de medida.	Los sujetos sanos presentaron mayor grosor de los músculos medidos, que los sujetos con LBP. Se observó un coeficiente de correlación intraclase de 0.94 de media por lo que hubo una fiabilidad intraclase alta.
Ecografía	Emami F.; 2018	Establecer la relación entre las características clínicas de la musculatura profunda abdominal y el equilibrio, la discapacidad e intensidad del dolor en pacientes con LBP no específico.	Se incluyeron 30 pacientes con dolor lumbar crónico y se midió con ecografía el grosor de los músculos TrA, OI y OE. Las mediciones se realizaron en reposo y durante la maniobra de estiramiento abdominal utilizando una PBU en decúbito supino. Además, mediante test clínicos se midió la intensidad de dolor, la discapacidad y el equilibrio postural.	La fiabilidad inter - intraobservador de las mediciones fue alta. Se observó que cuando había menor grosor muscular durante la activación y en reposo, los pacientes referían más dolor y discapacidad. No se observó peores resultados en el equilibrio postural global cuando el reclutamiento muscular era menor.

Ecografía	Sutherlin M.; 2018	Evaluar la fiabilidad intraclase de las mediciones en diferentes posiciones con ecografía, de los m. TrA y LM, y comparar diferencias de grosor en personas con y sin LBP.	Se incluyeron 33 sujetos sin LBP y 25 con LBP. Se midió con ecografía el grosor de la musculatura en diferentes posiciones (acostado, sentado, bipedestación y deambulación).	Se observó una fiabilidad intraclase moderada – alta para la medición mediante ecografía de TrA y una fiabilidad pobre-moderada para la medición de LM, en las diferentes posiciones. Además, los sujetos con LBP mostraron correlación con menor grosor del m. TrA. No se observó diferencias ni correlación con el grosor del LM.
Ecografía	Ehsani, F.; 2016.	Evaluar la actividad muscular abdominal en participantes con LBP y en sujetos sanos durante actividades en bipedestación.	Se midió el grosor de la musculatura abdominal (TrA, OI y OE), de 23 mujeres sanas y 23 con LBP, mediante ecografía fijada a la piel con un transductor durante la actividad en bipedestación en una plataforma que provoca inestabilidad, y se comparó con la actividad normal de la misma musculatura medida en reposo. Las medidas se repitieron 5 veces, y se repitieron en diferentes días por diferentes examinadores para asegurar la fiabilidad.	Los resultados muestran cambios en el grosor de todos los músculos en ambos grupos, durante las tareas dinámicas en bipedestación en comparación a las tareas estáticas. Se observó menores cambios en el grosor del músculo TrA y mayores cambios en el OE en los pacientes en comparación a los sujetos sanos. Se obtuvo una fiabilidad inter e intraobservador alta, lo que denotó fiabilidad de las mediciones.
Ecografía	ShaAli, S.; 2015.	Observar la fiabilidad intraobservador de la medición con ecografía de la musculatura abdominal, durante la contracción isométrica en decúbito supino, en pacientes con y sin LBP.	Se incluyeron 19 mujeres, con y sin LBP (10 – 9). En decúbito supino, los participantes realizaron dos tareas diferentes de contracción de la musculatura profunda abdominal (elevación bilateral de las piernas rectas, y elevación del tronco superior con flexión de cadera y rodillas). Se midió, mediante ecografía, el grosor de TrA, OI, OE y RA. Se utilizó el coeficiente de correlación intraclase	Se observó una alta fiabilidad intraobservador de la medición de la musculatura abdominal mediante ecografía en ambas actividades y en reposo.

			para medir la fiabilidad de las mediciones. Además, se utilizó el error estándar de medida, cambios mínimos detectables y el coeficiente de variación para evaluar la fiabilidad absoluta.	
Ecografía	Lerivière, C.; 2013.	Evaluar las medidas de ecografía del TrA. En una muestra de sujetos con y sin dolor crónico lumbar inespecífico, y observar si la fiabilidad mejora con diferentes tareas de activación o utilizando un foam de espuma y 3 medidas diferentes.	Se incluyó 15 sujetos con LBP y 15 sujetos en el grupo control. Se realizó las medidas en posición supina con elevación de la pierna contralateral, elevación bilateral en posición de hook-lying y durante la maniobra de estiramiento del TrA. 2 evaluadores realizaron las mediciones, además, las medidas se realizaron con y sin foam de espuma, y un profesional repitió la prueba 7-14 días después.	Se observó una fiabilidad comparable entre las tres técnicas de activación del TrA, aunque mediante la maniobra de estiramiento del TrA presentó mayor reclutamiento muscular que el resto. Además, se observó que la fiabilidad intraobservador fue mejor que las medidas interobservador. El uso de foam para realizar las mediciones no aumentó la fiabilidad. No recomienda el uso de 2 medidas extra, teniendo en cuenta el tiempo que esto conlleva y los resultados en cuanto a la fiabilidad.
Ecografía	Costa, L.; 2009.	Determinar la reproducibilidad de las mediciones de la musculatura abdominal lateral mediante ecografía, en la tarea de estiramiento abdominal.	Se seleccionaron 35 sujetos con LBP. Se calculó la fiabilidad intraclassa mediante el coeficiente de correlación intraclassa. Se midió, mediante ecografía, el grosor del TrA, OI y OE, tras la activación voluntaria realizada con el estiramiento abdominal con doble flexión de MMIL.	Se obtuvo una fiabilidad intraclassa excelente para medir el grosor, moderada para los cambios de grosor y pobres para los cambios de grosor a lo largo del tiempo.
Ecografía	Teyhen, D.; 2009.	Valorar si hay diferencias cualitativas en el TrA y OI durante la elevación de la pierna	Se incluyó 15 sujetos sanos y 15 pacientes con LBP. Se midió mediante ecografía de forma bilateral el grosor del TrA y OI, durante la elevación de la pierna recta: en el	Los pacientes con dolor lumbar presentaron un menor grosor de TrA y OI respecto al grupo control. Se observó que no hubo asimetrías en la contracción de la musculatura, ni en el grupo control ni en el

		recta, en pacientes con LBP y sujetos sanos.	momento de subir la pierna, 10s después de elevar la pierna recta y 5s después de volver la pierna al suelo. 2 pares de evaluadores registraron la morfología de la musculatura, se utilizó el ICC para valorar la fiabilidad interobservador.	grupo intervención. Se obtuvo una fiabilidad interobservador excelente. La valoración del reclutamiento muscular del TrA mediante la elevación de la pierna recta es un método fiable para la valoración del control motor en pacientes con LBP.
Ecografía	Koppenhaver, S.; 2008.	Evaluar la fiabilidad intra e interobservador para la medición del grosor del TrA y LM mediante ecografía	30 sujetos con LBP inespecífica. Fueron evaluados por 2 examinadores. Se midió el grosor del TrA y LM y se calculó la fiabilidad interobservador e intraobservador, se utilizó el ICC para ello. Las medidas se realizaron en reposo y durante la contracción voluntaria de la musculatura, mediante la maniobra de estiramiento abdominal.	Se observó una alta fiabilidad tanto inter como intraobservador. La fiabilidad disminuyó a moderada, para el cálculo de cambio de porcentaje de grosor de los músculos.
Ecografía	Hides, JA.; 2008.	Comparar la capacidad de reclutamiento muscular entre sujetos sanos y con LBP de los músculos anterolaterales abdominales, como respuesta a una tarea de carga de peso.	Se incluyeron 20 sujetos sanos y 20 sujetos con LBP. Mediante ecografía se midió el grosor del TrA, OI, así como el deslizamiento de la inserción fascial anterior del m. TrA, durante la tarea de coger peso del suelo y vuelta a la posición normal. Se calculó la fiabilidad intra e interobservador.	Los sujetos con LBP mostraron mayor acortamiento del músculo TrA, y un aumento de grosor mayor del músculo OI. No hubo cambios significativos para el músculo TrA. Expresa que este es un método fiable para la valoración del grosor de estos músculos, ya que la fiabilidad intraobservador fue alta y la fiabilidad interobservador vario de moderada a alta.

Ecografía	Hides, JA.; 2007.	Evaluar la fiabilidad intraobservador de las mediciones mediante ecografía.	Se incluyeron 19 sujetos. Se instruyó para la activación activa del TrA. Se midió el grosor del TrA y OI, en reposo y durante la tarea de estiramiento abdominal con una PBU. Se calculó la fiabilidad intraobservador de las mediciones.	Se obtuvo una fiabilidad intraobservador alta para todas las mediciones, el mismo día y 2 días después, del grosor del TrA y OI.
Ecografía	Wallwort T.; 2007.	Valorar la fiabilidad intraobservador e interobservador de la medición mediante ecografía del grosor del músculo LM y TrA.	Se midió en 10 sujetos el grosor del músculo LM por dos profesionales (uno experto y otro inexperto) diferentes, en dos días diferentes, se realizó 3 medidas cada día. Se calculó el coeficiente de correlación intraclase y el error de medida estándar.	Se obtuvo una fiabilidad intra e interobservador alta para todas las mediciones con un error de medida bajo.
Ecografía	Hides, J.; 2006.	Investigar mediante ecografía la función del músculo transverso durante la maniobra de estiramiento de la pared abdominal, se comprobó mediante resonancia magnética se verificó la fiabilidad de las medidas.	Se incluyeron 30 sujetos asintomáticos sanos. Se tomaron mediciones de ecografía y resonancia magnética de la musculatura TrA y OI, mientras los sujetos realizaban estiramiento de la pared abdominal con doble flexión de MMII y en reposo. Las mediciones por ecografía y RM se hicieron por dos profesionales diferentes.	Las imágenes de resonancia magnética tuvieron una buena correlación con las imágenes por ecografía y demostraron que la actividad de estiramiento de la musculatura aumenta el grosor del TrA y OI, mejorando así la estabilidad muscular. La fiabilidad interobservador fue alta para todas las mediciones.

Ecografía	Teyhen, DS.; 2005.	Determinar la fiabilidad de la valoración mediante ecografía de la musculatura profunda abdominal, durante la maniobra de estiramiento de la musculatura abdominal	Se incluyeron 30 sujetos con LBP y se midió el grosor de la musculatura TrA, OI y OE. Se realizaron dos mediciones diferentes y se comprobó la fiabilidad intraclase.	Se obtuvo una fiabilidad mediante el ICC de más de 0,93. Por lo que, este método es un método fiable para obtener medidas de grosor muscular de la musculatura profunda.
Ecografía	Critchley, D.; 2002.	Medir diferencias en la musculatura de sujetos con LBP y asintomáticos.	Se incluyeron 20 sujetos con LBPCI y 24 sujetos asintomáticos. Se midió mediante ecografía el grosor y los cambios de grosor al realizar una tarea de vaciamiento abdominal de TrA, OI y OE. Se calculó el coeficiente de correlación intraclase.	Se observó un aumento menor en el grosor del TrA durante la tarea de vaciamiento. La correlación entre los resultados obtenidos mediante ecografía y los síntomas sugieren que este es un método fiable y útil para la valoración de la actividad muscular en LBPCI. La fiabilidad intraclase fue alta para todas las mediciones.

Tabla 2. Calidad de la fiabilidad diagnóstica de los estudios (QAREL). Riesgo de sesgo. Estudios de la Tabla 1.

AUTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Aboufazeli, M. 2018	YES	YES	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Unclear	Unclear	YES	YES	4
Emami, F. 2018	YES	YES	YES	YES	YES	YES	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	9
Sutherland M.; 2018	YES	YES	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	NO	YES	YES	YES	5
Ehsani, F.; 2016	YES	YES	YES	Unclear	Unclear	YES	Unclear	YES	YES	YES	YES	8
ShaAli, S.; 2015.	NO	YES	N/A	YES	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	YES	6
Lerivière, C.; 2013	NO	YES	N/A	YES	YES	YES	N/A	YES	YES	YES	YES	8
Costa, L.; 2009.	NO	Unclear	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	NO	YES	YES	YES	3
Teyhen, D.; 2009.	YES	YES	YES	YES	NO	YES	N/A	Unclears	YES	YES	YES	7
Koppenhaver, S.; 2009.	YES	YES	YES	YES	YES	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	9
Hides, JA.; 2008.	YES	YES	N/A	YES	YES	YES	N/A	YES	YES	YES	YES	9
Hides, JA.; 2007.	YES	YES	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	YES	YES	YES	YES	6

Hides, JA.; 2006	YES	YES	YES	YES	YES	N/A	Unclear	YES	YES	YES	YES	9
Teyhen, DS.; 2005.	YES	YES	YES	N/A	YES	YES	N/A	YES	YES	YES	YES	9
Wallwort, T.; 2007.	NO	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	5
Critchley, D.; 2002.	YES	YES	N/A	YES	YES	Unclear	N/A	Unclear	YES	YES	YES	7

Abreviaturas: N/A= no aplicable.

QAREL ítems: 1. ¿Se evaluó la prueba en una muestra de sujetos representativos de aquellos a quienes los autores querían que se aplicaran los resultados?; 2. ¿La prueba fue realizada por evaluadores que eran representativos de aquellos a quienes los autores querían que se aplicaran los resultados?; 3. ¿Los evaluadores estaban cegados a los hallazgos de otros evaluadores durante el estudio?; 4. ¿Los evaluadores estaban cegados a sus propios hallazgos previos de la prueba en evaluación?; 5. ¿Los evaluadores estaban cegados a los resultados del estándar de referencia para el trastorno (o variable) objetivo que se evalúa?; 6. ¿Los evaluadores estaban cegados a la información clínica que no estaba prevista como parte del procedimiento de prueba o diseño del estudio?; 7. ¿Los evaluadores estaban cegados a señales adicionales que no eran parte de la prueba?; 8. ¿Fue variado el orden del examen?; 9. ¿Fue el intervalo de tiempo entre mediciones repetidas compatible con la estabilidad (o estabilidad teórica) de la variable que se mide?; 10. ¿La prueba se aplicó correctamente e interpretó apropiadamente?; 11. ¿Se utilizaron medidas estadísticas adecuadas de acuerdo?

Tabla 3. Datos de los artículos seleccionados. Electromiografía de superficie.

Test instrumentalizado	AUTOR, AÑO	OBJETIVO	MUESTRA MÉTODO	RESULTADO: FIABILIDAD
EMG de superficie	Kahlaee, A.; 2017.	Comparar la actividad muscular en un grupo de pacientes con LBP y un grupo asintomático, durante dos tareas de desestabilización motora lumbo-pélvica.	Se incluyeron 10 mujeres con LBP y 10 mujeres sanas. Se midió, mediante EMG de superficie, la actividad de los músculos: glúteo mayor, ipsilateral erector espinal, erector espinal contralateral y bíceps femoral. Los participantes realizaron diferentes tareas de desestabilización lumbar (extensión de cadera) con biofeedback a presión y sin biofeedback. Se midió la fiabilidad intraobservador de las mediciones de señal EMG.	Los pacientes LBP presentaron un aumento de latencia para la contracción del músculo paraespinal contralateral. La musculatura paraespinal mostró mayor actividad EMG en los pacientes con LBP. En el grupo control, la actividad de la musculatura extensora lumbar disminuyó al combinar la tarea de desestabilización con la activación del TrA mediante PBU, esto no ocurrió en el grupo LBP. Las mediciones presentaron una fiabilidad intraobservador moderada-alta
EMG de superficie	Sjödahl, J.;2016.	El objetivo era examinar las contracciones automáticas en relación con la preactivación, en los músculos del suelo pélvico y la pared abdominal lateral inferior durante la elevación de la pierna recta activa, en mujeres con y sin dolor en la faja pélvica posparto.	Dieciséis mujeres con LBP y once mujeres sin dolor realizaron levantamiento de piernas contralateral e ipsilateral, mientras, se registró la actividad de electromiografía del suelo pélvico y unilateralmente desde la pared abdominal lateral inferior. Se calculó el tiempo de inicio de levantamiento de las piernas, desde que se da la orden, y el tiempo desde que se inicia la actividad muscular, hasta que se produce la acción de levantar la pierna.	El 36% de mujeres con LBP activaron el suelo pélvico, frente al 91% de los sujetos sin LBP. Las mujeres con LBP mostraron tiempos de activación muscular mayores que el grupo control. El autor concluye que los resultados se corresponden con los síntomas y que la medida de la activación anticipatoria de los músculos de la faja abdominal mediante EMG es un factor a tener en cuenta en pacientes con un control motor disfuncional.

EMG de superficie	Kim, K.; 2016	Observar la activación muscular en la tarea de incorporarse y elevación de la pierna recta desde la posición de decúbito supino.	20 sujetos jóvenes se incluyeron. En decúbito supino se midió, mediante EMG, el recto abdominal superior e inferior, oblicuo externo, recto femoral e iliopsoas. Las mediciones se realizaron 5 veces para comprobar la fiabilidad.	Los músculos abdominales (recto y oblicuo externo) se activan más durante la tarea de elevación del tronco en d. supino, mientras que los músculos flexores de cadera presentan mejor reclutamiento muscular durante la elevación de la pierna recta.
EMG de superficie	Correira, JP.; 2016.	Medir la fatiga, resistencia y activación de la musculatura del tronco en tenistas, con y sin LBP.	35 tenistas completaron la actividad de contracción isométrica. Se examinó la actividad muscular mediante EMG de superficie de OE, RA y paraespinales, se calculó la resistencia de la musculatura y la fatiga, midiendo la amplitud y el punto medio. Además, se calculó mediante test clínicos el dolor y la discapacidad.	Los tenistas con LBP mostraron menor actividad neuromuscular de la musculatura paraespinal, menor patrón de coactivación y menor resistencia abdominal en las actividades medidas. Cuando se observó, clínicamente, que el sujeto no mostraba suficiente resistencia. Los resultados obtenidos mediante EMG se correlacionaban con la situación clínica.
EMG de superficie	Akbari, M.; 2015.	Este estudio investigó los cambios posturales y neuro-motores en los músculos del tronco, durante la carga repentina en los miembros superiores en pacientes con LBP.	Mediante EMG de superficie se midió la actividad muscular del TrA, OE, OI y paraespinales, en 20 sujetos sanos y 20 sujetos con LBPC. Los sujetos tenían una canasta con peso, que era liberado de forma inesperada. La medición se realizó 6 veces, 3 con los ojos abiertos y 3 con los ojos cerrados.	Se observó menor actividad EMG en la musculatura abdominal en pacientes con LBP. En los pacientes con LBP, se observó menor actividad muscular con los ojos abiertos, la actividad muscular aumentaba cuando tenían los ojos cerrados. Esto indica, que los pacientes con LBP presenta menor activación muscular anticipatoria (sobre todo en TrA y OI) al realizar una tarea de carga repentina.
EMG de superficie	Massè-Alarie, H.; 2015.	Evaluar la actividad de la musculatura abdominal profunda (TrA, OI) durante la actividad de	Se incluyó 12 participantes con LBP y 13 participantes sanos. En bipedestación se pidió flexión rápida bilateral de miembros superiores, y en decúbito prono extensión unilateral	En ambos grupos el 50% de los participantes mostraron activación anticipatoria del OI/TrA bilateral. En la extensión de cadera, solo se activó la musculatura profunda abd contralateral al

		movimientos rápidos de las extremidades.	rápida de miembros inferiores. Se midió con EMG de superficie TrA/OI, deltoides anterior, semitendinoso, OE.	miembro inferior que ejecutaba el movimiento. La única diferencia fue, el retraso de la activación del músculo semitendinosos durante la flexión de miembros superiores en el grupo LBP.
EMG de superficie	Moreside, JM.; 2014.	Comparar los patrones de activación temporal de diferentes músculos abdominales y lumbares, entre sujetos sanos y aquellos que informaron recuperación completa tras un periodo de LBP.	Se incluyó 30 sujetos con historia de LBP y 51 sujetos asintomáticos. Se midió con electromiografía la actividad muscular durante pruebas de inestabilidad lumbar en decúbito supino.	A pesar de las buenas valoraciones percibidas para volver al trabajo y las bajas puntuaciones de dolor, los patrones de activación muscular fueron desfavorables, incluidas la reducción de la coactivación sinérgica y el aumento del tiempo de activación muscular. La EMG de superficie proporcionó información objetiva para determinar el nivel de afectación y curación en sujetos con LBP.
EMG de superficie	Gao, Y.; 2013	Tiene como objetivo investigar los efectos de los cambios repentinos de carga (desequilibrio esperado e inesperado) sobre la actividad de los músculos de la columna lumbar y su estrategia de control motor central en el personal militar con o sin dolor lumbar crónico.	Se incluyó 21 sujetos con LBP y 21 sanos, todos ellos militares. Se midió la capacidad de anticipación, el tiempo de reacción y la intensidad de la reacción ante desequilibrios laterales esperados e inesperados, mediante una plataforma inestable. Se monitorizó, mediante la EMG, la actividad de LM, paraespinales, oblicuo interno y externo.	Tanto en condiciones de desequilibrio repentino esperado como inesperado, los sujetos con LBP mostraron mayor intensidad de reacción en la musculatura seleccionada. Además, los sujetos con LBP presentaron un tiempo de activación de la musculatura mayor que los sujetos sanos. Los resultados obtenidos se correlacionan con otros estudios, por lo que refiere que el test mediante EMG de los mecanismos anticipatorios de la musculatura lumbar en pacientes con LBP, es un método fiable para valorar y enfocar posteriormente el tratamiento.

EMG de superficie	Sheeran, L.; 2012.	Evaluar el reposicionamiento corporal de los subgrupos con LBP respecto a los sujetos sanos.	Se incluyeron 90 participantes con LBP y 35 controles sanos. La valoración del movimiento funcional (flexión, extensión, sentado, paso de sentado a bipedestación y bipedestación) se analizó mediante dos cámaras (vista posterior y sagital). Los participantes tenían que mantener en cada posición, una posición neutra de la lordosis lumbar y la cifosis torácica, con los ojos cerrados y ropa ancha. El terapeuta, reproducía en el participante la posición, y le pedía que la memorizara. Los sujetos tenían que reproducir, cuatro veces las posiciones y los movimientos que se les indicaba. Se registro la actividad EMG de la musculatura de LM, iliocostal, OE y OI.	Los pacientes con LBP mostraron más déficit para el reposicionamiento de la columna tanto en posición de pie como sentado. Se observó mayor actividad muscular del LM en los sujetos con LBP respecto a los sujetos sanos. El autor expone, que, mediante la EMG de superficie, puede haber interferencias de señales proveniente de músculos más superficiales, mediante EMG invasiva se podría hacer una medición más exacta.
EMG de superficie	Kumar, S.; 2010.	El objetivo del estudio fue determinar si la EMG de superficie es un método fiable para valorar a los pacientes con LBP.	41 sujetos con LBP y 63 sujetos sanos sin historia de LBP fueron incluidos. Los sujetos realizaron, mediante contracción isométrica, flexión, extensión y lateralizaciones de tronco, al 20,60 y 100% de su capacidad total. Mediante EMG de superficie se valoró la actividad muscular: frecuencia pico, frecuencia media, tiempo de inicio muscular de OE, paraespinales, recto abdominal. Además, se utilizó la escala ANOVA para observar las diferencias en las mediciones.	Se observó que los pacientes con LBP presentaron mayor actividad EMG en todas las actividades realizadas que los sujetos asintomáticos. El sistema mediante EMG para la valoración de la estabilidad muscular en pacientes con LBP mostró una alta fiabilidad para discriminar entre pacientes con LBP crónica y controles sanos.

EMG de superficie	Marshall, P.; 2010.	El objetivo del estudio fue medir el tiempo de inicio de la actividad del TrA durante el movimiento rápido y unilateral de hombro en pacientes con LBP. Además, de valorar los tiempos de latencia, discapacidad y dolor.	Se incluyeron 80 participantes con LBP. Se midió mediante EMG de superficie la actividad del TrA y OI durante la actividad de flexión, abdominal y extensión unilateral rápida de hombro. Mediante escalas se midió la intensidad de dolor, y la discapacidad.	El 75% carecía de activación feedforward. Durante la flexión y la abducción hubo aumento en la latencia de la actividad muscular ipsilateral. Hubo una elevada asociación entre inicios de actividad muscular retardada y la intensidad de dolor. Los sujetos que no presentaron un correcto feedforward mostraron mayores valores en la escala de discapacidad.
EMG de superficie	Silfies, SP.; 2009.	Valorar el tiempo de activación muscular en pacientes con LBP.	Se incluyeron 43 pacientes con LBP y 39 controles sanos. Los sujetos con LBP se dividieron en pacientes con inestabilidad y sin inestabilidad. Mediante EMG se observó el tiempo de activación de los músculos TrA, OI, OE, LM, RA y deltoides anterior durante la tarea de flexión rápida de hombro unilateral.	Se observó que los pacientes con LBP mecánica presentaban tiempos de activación retrasados respecto al grupo control. Además, los sujetos que estaban en el subgrupo de inestabilidad presentaron mayor tiempo para la activación muscular que el grupo con LBP sin inestabilidad. El grupo LBP sin inestabilidad activó la musculatura de forma similar al grupo control, y más temprano que el grupo LBP con inestabilidad.
EMG superficie	Ershad, N.; 2009.	Evaluar los patrones de activación en sujetos con LBP y sujetos asintomáticos durante una tarea de carga.	Se incluyeron 10 sujetos asintomáticos y 10 sujetos con LBP. Se midió la actividad muscular de los músculos del tronco durante una tarea donde los sujetos tenían que coger una carga en el suelo, levantarse, y volver a dejarla. Se observó la actividad muscular mediante EMG de superficie.	Se observó que los sujetos con LBP mostraron una actividad significativamente menor del OI y RA respecto a los sujetos asintomáticos. La actividad del OE fue mayor en sujetos con LBP respecto a sujetos asintomáticos. La valoración mediante EMG de superficie, durante una tarea de carga, es un método útil para el seguimiento del control motor lumbar.

EMG superficie	Takahashi, I.; 2007.	Comparar la cinemática y la actividad muscular en sujetos con LBP y sujetos asintomáticos durante una tarea de carga.	Se incluyeron 10 mujeres con LBP y 10 mujeres asintomáticas. Se puso una carga sobre las manos durante 5 minutos. Mediante un sistema de cámaras tridimensional se observó la cinemática postural durante el tiempo que los sujetos estaban en bipedestación. Se midió, mediante EMG de superficie, la actividad muscular de la musculatura erectora lumbar y la musculatura abdominal.	En el grupo LBP, se observó mayor balanceo hacia flexión. En el grupo LBP se observó disminución progresiva de la musculatura erectora. Estos cambios no se observaron en el grupo control. Lo que sugiere que la valoración mediante EMG de la musculatura abdominal y lumbar, es un método útil y se correlaciona con los signos cinemáticos posturales y con la sintomatología.
EMG de superficie	Stevens, V.; 2006.	Estudiar la fiabilidad y la reproducibilidad de una batería de test orientados a la valoración de control motor.	Se incluyó 14 sujetos sanos en el estudio. 4 profesionales realizaron las mediciones. Los sujetos fueron evaluados 3 veces, con un espacio de una semana entre cada vez, por los diferentes evaluadores. Para la prueba de control postural, se situó a los sujetos encima de una placa de fuerza y se pidió que hicieran un ejercicio de desestabilización. Se midió la propiocepción mediante un sistema de ultrasonido 3D, mediante el posicionamiento-reposicionamiento de la pelvis. Mediante EMG de superficie se midió la actividad muscular durante la fuerza máxima isométrica, un ejercicio de desestabilización y ejercicios de resistencia.	Se observó una buena-excelente reproducibilidad y fiabilidad de las medidas entre los observadores, para las diferentes medidas que se evaluaron en este estudio. Aunque para la medición de la actividad muscular mediante EMG, la fiabilidad de las mediciones para los ejercicios de coordinación fue menores que para los ejercicios de fuerza isométrica de flexo extensión de tronco. La fiabilidad intraclase e interclase fue de buena-excelente para las mediciones.

EMG de superficie	Cholewicki, J.; 2005.	Determinar si la respuesta refleja retardada muscular constituye un factor de riesgo para sufrir dolor lumbar.	Se incluyeron 293 atletas profesionales. Durante la realización de fuerza isométrica tras carga repentina, se registró la actividad de los músculos: OE, OI, RA, paraespinales, iliocostal. Y se observó si había diferencias entre los sujetos con LBP y sanos.	El retraso en la respuesta muscular durante la actividad de fuerza isométrica es un factor de riesgo de padecer LBP. Por cada milisegundo de retaso de activación del músculo abdominal, hay un 3% más de posibilidades de padecer LBP. La correlación intraclase fue de pobre a muy buena, para las mediciones obtenidas.
EMG de superficie	Marshall, P.; 2003.	Investigar la validez y fiabilidad de la valoración de la actividad muscular del TrA mediante EMG de superficie durante una tarea de movimiento rápido de los brazos.	Se incluyeron 16 sujetos sanos. Se midió la actividad de TrA/OI mediante EMG de superficie durante una tarea de elevación/descenso rápido de brazos. Se calculó el coeficiente de correlación intraclase para las mediciones.	Se observó un coeficiente de correlación intraclase moderado-alto, por lo que, sugiere, que éste, es un método fiable para medir la preactivación muscular durante una tarea de desestabilización.

Tabla 4. Calidad de la fiabilidad diagnóstica de los estudios (QAREL). Riesgo de sesgo. Estudios de la Tabla 3.

AUTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Kahlaee, A.; 2017	No	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	5
Sjödahl, J.;2016.	No	Unclear	YES	YES	YES	3						
Kim, K.; 2016	No	Unclear	YES	YES	YES	3						
Correira, J.; 2016	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	YES	6
Akbari, M.; 2015.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	5
Massè – Alarie, H.; 2015.	No	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	4
Moreside, J.; 2014	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	YES	6
Gao, Y.; 2013.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	6
Kumar, S.; 2010.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	YES	6
Marshall, P.; 2010.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	6
Silfies, S.; 2009.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	6
Erhsad, N.; 2009.	No	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	6

Takahashi, I.; 2007.	No	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	NO	YES	YES	YES	4
Stevens, V.; 2006.	NO	YES	Unclear	Unc	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	5
Cholewicki, J.; 2005.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	6
Marshall, P.; 2003.	No	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	5



Tabla 5. Datos de los artículos seleccionados. Dinamómetro isocinético.

Test instrumentalizado	AUTOR, AÑO	OBJETIVO	MUESTRA MÉTODO	RESULTADO: FIABILIDAD
Dinamómetro isocinético	Verbrugghe, J.; 2019.	Evaluar la fiabilidad intra e interobservador de las mediciones realizadas mediante un dinamómetro isocinético. Y la concordancia de la fuerza muscular del tronco funcional, y de la musculatura lumbar aislada.	Se incluyeron 20 participantes sanos y 20 participantes con LBP crónica. Los participantes se sometieron a dos mediciones. Fuerza isométrica lumbar y abdominal del tronco funcional y de la musculatura lumbar aislada. Se midió la correlación intraclase, el cambio mínimo detectable de la fuerza muscular y el reposicionamiento del asiento.	La fiabilidad inter e intraobservador fue excelente (ICC: 0.94-0.98). El resultado del reposicionamiento del asiento vario de baja a alta (ICC: 0-0.94). Se obtuvo una fiabilidad alta para los cambios mínimos detectables tanto en flexión como en extensión de la fuerza muscular. El sistema Biodex 3, es un método fiable para la fuerza muscular isométrica del tronco en personas sanas y con LBPC.
Dinamómetro isocinético	Kato S.; 2017	Examinar la eficacia de un dinamómetro que sirve para aumentar y medir la fuerza de la musculatura abdominal.	Participaron 30 sujetos sanos sin LBP. Se realizó una prueba de medición de la fuerza muscular de los extensores profundos lumbares, y una prueba con dinamómetro durante 30 segundos, mediante tomografía por emisión de positrones, se observó la actividad muscular inducida por el ejercicio, tras el uso del dinamómetro para mejorar la fuerza de la m. abdominal.	Se observó una correlación moderada-alta entre las medidas de la fuerza de los extensores lumbares superficiales y el dinamómetro y que la captación de positrones era mayor en diafragma y en el recto abdominal. El estudio concluye que la TEP es un buen método para valorar donde hay mayor inducción de actividad muscular, pero que con el dinamómetro no podemos diferenciar entre fuerza inducida por la musculatura profunda y superficial.

Dinamómetro isocinético.	Rosi, M.; 2015.	Análisis del poder discriminativo de las variables neuromusculares en el dolor lumbar.	Este estudio comparó en 14 participantes sanos y 14 participantes con LBP. La resistencia, propiocepción y fuerza isométrica, de los músculos extensores lumbares, mediante un dinamómetro isocinético. Durante la actividad isométrica se midió la actividad del RA, LM, OI y longísimo mediante EMG, y se sincronizó los resultados. Mediante test clínicos se midió la discapacidad y el dolor.	Se observó que la resistencia muscular, la propiocepción, la intensidad de dolor y el rango de movimiento fueron factores discriminatorios, ya que hubo resultados significativamente peores en el grupo LBP. No se observó diferencias en la activación muscular en ambos grupos.
Dinamómetro isocinético	Yilmaz, B.; 2010.	Comparar la fuerza muscular y el reposicionamiento de la cintura lumbo-pélvica en sujetos con LBP y asintomáticos.	Se incluyó 20 sujetos asintomáticos y 20 sujetos con LBP crónica. Se midió la fuerza muscular y el reposicionamiento lumbo-pélvico mediante un dinamómetro isocinético. Se calculó el reposicionamiento lumbo-pélvico antes y después de realizar 15 repeticiones de fuerza concéntrica hacia la flexión y hacia la extensión.	Los sujetos con LBP mostraron menor fuerza hacia flexión y hacia extensión. El reposicionamiento lumbo-pélvico fue peor en ambos grupos tras realizar la tarea de fuerza concéntrica, observando cambios más significativos en el grupo LBP.
Dinamómetro isocinético	Shin, G.; 2009.	Estudiar cómo influye en la actividad muscular 5 minutos de flexión en sujetos asintomáticos.	Se incluyó 20 participantes asintomáticos. Se midió la fuerza, mediante un dinamómetro, de la extensión isométrica del tronco y el reposicionamiento de la pelvis, antes y después de mantener una flexión pasiva de tronco, durante cinco minutos. La actividad EMG de los erectores lumbares se registró.	Se observó que, tras 5 minutos de flexión pasiva, el ángulo de flexión de la cadera era significativamente mayor, además, la señal EMG de los erectores de columna, era mucho menor tras la flexión pasiva. Esto sugiere, que debe haber una posible fatiga de los erectores de columna tras una flexión pasiva prolongada debido al estiramiento pasivo de la musculatura paraespinal. La disfunción de la

				<p>musculatura extensora lumbar para generar fuerza, puede ser un factor de riesgo de dolor lumbar.</p>
<p>Dinamómetro isocinético</p>	<p>Rantanen, P.; 2000.</p>	<p>Evaluar la altura óptima del fulcro para la prueba de fuerza de los músculos extensores del tronco en sujetos con lumbalgia crónica.</p>	<p>Se incluyó 114 sujetos con LBP crónica, 50 sujetos con trastorno reumático y 33 sujetos sanos. Se midió la fuerza de los músculos extensores de espalda durante fuerza isométrica con un dinamómetro. Se colocó el fulcro en diferentes niveles y se comparó los resultados entre grupos.</p>	<p>La fuerza disminuyó en la extensión y aumentó en la flexión de tronco, a medida que el fulcro se movía caudalmente. Los controles sanos masculinos tuvieron más fuerza que los sujetos con LBP, los controles sanos femeninos tuvieron más fuerza solo cuando el fulcro se ajustó en la articulación de la cadera. No hubo diferencias entre el grupo LBP y el grupo con trastornos reumatoide. Este es un método fiable para medir la fuerza de la musculatura del tronco. El fulcro debe ajustarse a la altura de la articulación de la cadera.</p>

Tabla 6. Calidad de la fiabilidad diagnóstica de los estudios (QAREL). Riesgo de sesgo. Estudios de la Tabla 5.

AUTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Verbrugge, J.; 2019.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	5
Kato, S.; 2017.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	5
Rosi, M; 2015.	NO	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	5
Yilmaz, B.; 2010.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	5
Shin, G.; 2009.	NO	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	5
Rantanen, P.; 2000.	YES	YES	N/A	YES	YES	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	YES	8

Tabla 7. Datos de los estudios seleccionados. Unidad de biorretroalimentación a presión.

Test instrumentalizado	AUTOR, AÑO	OBJETIVO	MUESTRA MÉTODO	RESULTADO: FIABILIDAD
PBU	Lee, N.; 2015.	Comprobar los cambios observados tras un tratamiento basado en la activación del TrA.	Se incluyeron 19 mujeres con inestabilidad motora lumbar. Se midió la actividad EMG de los músculos longísimo, OE, glúteo medio, tibial anterior, vasto medio y gastrocnemios. Se midió el grosor y la capacidad de contracción del TrA mediante ecografía y se calculó la fiabilidad intraobservador de esta última medida.	Antes de la terapia, ningún participante fue capaz de completar el test de activación del transverso utilizando PBU. Tras la intervención la activación, los sujetos pudieron realizar el test de forma normal, se comprobó que la activación del TrA era correcta y que la actividad EMG de músculos subyacentes como OE disminuyó. La fiabilidad intraclase fue alta para las mediciones de grosor del TrA mediante ecografía.
PBU	Grooms, D.; 2013.	Determinar si una prueba mediante un aparato de biorretroalimentación por presión podría detectar cambios en el grosor de los músculos abdominales (TrA) durante la maniobra de estiramiento del TrA.	Cuarenta y nueve individuos con dolor lumbar se incluyeron en el estudio. Se midió los cambios del grosor del TrA mediante ecografía, además, se utilizó un transductor de presión para medir la posición pélvica y de la columna vertebral durante la maniobra de estiramiento del TrA. Se utilizó dos test para comprobar las diferencias en las relaciones de activación del TrA entre grupos (capaces o incapaces de mantener una presión de 40 mmHg). Se calcularon los índices de sensibilidad, especificidad y probabilidad.	La prueba de biofeedback de presión tuvo una sensibilidad baja, pero una especificidad moderada-alta. La capacidad exitosa de poder mantener la presión de 40 mmHg no indica una activación del TrA alta. La finalización no exitosa de la prueba, sí que puede ser indicativo de una disfunción en la activación del TrA. La prueba presenta un valor mínimo para detectar la activación del TrA.

PBU	Lima, P. 2012.;	Evaluar la validez y la precisión diagnóstica de la unidad de biorretroalimentación a presión en pacientes con LBP crónico no específico.	Se incluyeron 50 participantes con lumbalgia crónica inespecífica. Se les instruyó para realizar la tarea de activación del TrA mediante la maniobra de estiramiento con la PBU y se controló la actividad del TrA/OI mediante EMG de superficie.	Los resultados sugieren una baja especificidad (60%) y sensibilidad (60%) de la capacidad diagnóstica de la PBU. La validez del uso de PBU para la valoración en sujetos con LBP es pobre dada su baja correlación con los resultados obtenidos con la EMG de superficie.
PBU	Lima, PO.; 2012.	Examinar la reproducibilidad inter e intraobservador de la PBU para medir la actividad muscular del TrA, durante la maniobra de estiramiento del TrA activa.	Se incluyeron 50 participantes con dolor crónico lumbar. Se valoró dos veces el mismo día, por dos examinadores diferentes, además, 7 días después se repitió la medición por uno de los examinadores. Se utilizó el ICC para medir la fiabilidad de las mediciones.	Se observó una reproducibilidad intra e interclase que varió de satisfactoria a excelente.
PBU	Von Gariner, K.; 2009.	Evaluar la fiabilidad interobservador e intraobservador de la valoración del reclutamiento muscular del TrA mediante el sistema de biofeedback de presión.	Se incluyeron 40 enfermeras con LBP. Los participantes fueron evaluados 2 días diferentes, por 3 evaluadores distintos. El primer día fueron evaluados dos veces por el mismo terapeuta, y el segundo día, fueron evaluados una vez por dos profesionales diferentes.	Aunque los resultados muestran una fiabilidad intraobservador alta. Según los resultados obtenidos, no se puede recomendar esta prueba como un método fiable de valoración de reclutamiento muscular ya que la fiabilidad interobservador es baja.

PBU	Storheim, K.; 2002.	Medir la reproducibilidad inter e intraobservador de la unidad de biorretroalimentación a presión para la valoración de la contracción del músculo TrA.	Se incluyeron 15 sujetos sanos. Se midió la actividad del TrA mediante PBU. Los sujetos recibieron dos sesiones de práctica para la contracción del TrA. Se realizó dos mediciones, dos días diferentes, con una diferencia de 7 días.	La fiabilidad intra e interobservador obtenida fue baja. Sin embargo, se puede utilizar para ofrecer propiocepción a los sujetos que necesitan mejor activación del TrA.
PBU	Cairns, M.; 2000.	Comprobar si hay diferencias en la valoración de activación del TrA mediante la unidad de biorretroalimentación a presión en sujetos con LBP y sujetos asintomáticos.	45 sujetos se dividieron en un grupo de LBP, grupo asintomático y grupo que había padecido síntomas, pero ahora se encontraba asintomático. Los sujetos fueron instruidos para realizar la tarea y se observó la correlación entre los síntomas y la capacidad de activación del TrA. El profesional que realizó las valoraciones no conocía las historias clínicas de los sujetos.	Se observó diferencias significativas entre la capacidad de activación del TrA y la sintomatología de los sujetos. No se observó correlación significativa entre la cronicidad y la capacidad de los sujetos de activación del TrA. El PBU es un método útil para la valoración de activación del TrA.

Tabla 8. Calidad de la fiabilidad diagnóstica de los estudios (QAREL). Riesgo de sesgo. Estudios de la Tabla 7.

AUTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Lee, N.; 2015.	NO	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	YES	5
Grooms, D.; 2013.	YES	YES	N/A	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	7
Lima, P.; 2012.	YES	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	7
Lima, P.; 2012.	YES	YES	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	5
Von Gariner, K.; 2009.	YES	YES	N/A	Unclear	Unclear	Unclear	N/A	YES	YES	YES	YES	6
Storheim, K.; 2002.	NO	YES	YES	YES	YES	YES	N/A	Unclear	YES	YES	YES	8
Carins, M.; 2000.	YES	YES	Unclear	YES	YES	YES	Unclear	Unclear	YES	YES	YES	8