

# Comparación del grosor y dificultad de contracción del músculo transverso abdominal en la maniobra de ahuecamiento abdominal (ADIM) aislada *versus* combinada con TheraPEP®: un estudio piloto

## *Comparison of the thickness and difficulty of contraction of the transverse abdominal muscle in the abdominal drawing-in maneuver (ADIM) isolated versus associated with TheraPEP®: a pilot study*

Cano-del Águila E<sup>a</sup>, Poveda-Pagán E<sup>b</sup>, León-Morillas F<sup>c</sup>, Oliveira-Sousa SL<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Clínica Neurodem. Almería, España

<sup>b</sup> Centro de Investigación Traslacional en Fisioterapia. Departamento de Patología y Cirugía. Universidad Miguel Hernández. San Juan de Alicante, Alicante, España

<sup>c</sup> Departamento de Ciencias de la Salud, Fisioterapia, Universidad Católica San Antonio de Murcia. Murcia, España

<sup>d</sup> Departamento de Fisioterapia, Facultad de Medicina, Universidad de Murcia; Grupo de Investigación Fisioterapia y Discapacidad, Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria-Virgen de La Arrixaca (IMIB). Murcia, España

### Correspondencia:

Silvana Loana de Oliveira Sousa  
soliveira@um.es

Recibido: 5 noviembre 2021

Aceptado: 11 febrero 2022

### RESUMEN

**Introducción:** el músculo transverso abdominal (TrA) tiene un papel fundamental en el control segmentario de la columna lumbosacra. Algunas estrategias han sido reportadas para facilitar la activación del TrA, como la maniobra de ahuecamiento abdominal (ADIM), sistemas de *biofeedback* o la espiración contra resistencia (PEP). De esta última existen escasos estudios, a pesar de ser una terapia prometedora. **Objetivos:** comparar el grosor del TrA durante dos técnicas de contracción, ADIM *versus* ADIM combinada con TheraPEP®, y secundariamente, evaluar la percepción subjetiva de dificultad de contracción. **Material y método:** se realizó un estudio piloto, de tipo transversal, con 11 voluntarias sanas ( $20,09 \pm 2,43$  años), en el que se les solicitó la realización de 2 maniobras ADIM (con/sin TheraPEP) en 3 condiciones distintas (estática, elevación pierna derecha y elevación pierna izquierda). Se evaluó el grosor del TrA mediante ecógrafo y la percepción del nivel de dificultad de contracción con una escala Likert. Las imágenes fueron analizadas con programa AutoCAD y el análisis de datos con el programa IBM SPSS 22.0. Se calcularon estadísticos descriptivos y comparación de medias para muestras relacionadas. **Resultados:** se observan diferencias de medias estadísticamente significativas en la fracción de contracción del TrA a favor de las maniobras realizadas con TheraPEP®: ADIM (0,69;  $p = 0,013$ ), ADIM pierna derecha (0,40;  $p = 0,026$ ) y ADIM pierna izquierda (0,29;  $p = 0,016$ ). Con respecto a la percepción de dificultad de contracción no se encontraron diferencias significativas entre las maniobras. **Conclusiones:** el grosor del TrA aumenta significativamente más mediante maniobra ADIM combinada con TheraPEP® con respecto a la maniobra ADIM.

**Palabras clave:** músculos abdominales, maniobra de ahuecamiento abdominal, presión espiratoria positiva.

### ABSTRACT

**Introduction:** the transversus abdominis muscle (TrA) has a fundamental role in the segmental control of lumbosacral spine. Some strategies have been reported to facilitate TrA activation, such as ADIM (abdominal dra-

*wing-in maneuver), biofeedback systems or expiration against resistance. The latest, despite being a promising therapy, is still scarcely studied. Objectives: to compare TrA thickness during two contraction techniques, ADIM versus ADIM combined with TheraPEP®, and secondarily, to evaluate the subjective perception of contraction difficulty. Material and method: a cross-sectional pilot study was performed with 11 healthy female volunteers (20.09 ± 2.43 years), who were asked to perform 2 ADIM maneuvers (with/without TheraPEP) in 3 different conditions (static, right leg raise and left leg raise). The thickness of the TrA was evaluated by ultrasound and the perception of difficulty level of contraction with a Likert-type scale. The images were analyzed with AutoCAD software and data analysis with IBM SPSS 22.0 software. Descriptive statistics and comparison of means for related samples were calculated. Results: statistically significant mean differences were observed in TrA contraction fraction in favor of the maneuvers performed with TheraPEP®: ADIM (0.69;  $p = 0.013$ ), ADIM right leg (0.40;  $p = 0.026$ ) and ADIM left leg (0.29;  $p = 0.016$ ). Regarding the perception of contraction difficulty, no significant differences were found between the different maneuvers. Conclusions: TrA thickness increases significantly more in the ADIM maneuver combined with TheraPEP® compared to the ADIM maneuver.*

**Keywords:** *abdominal muscles, abdominal drawing-in maneuver, positive-pressure respiration.*

## DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS

Los datos generados y/o analizados en el presente estudio no están disponibles públicamente debido al posible comprometimiento de la privacidad de los participantes, pero pueden ser proporcionados por el autor de correspondencia mediante solicitud razonada.

## INTRODUCCIÓN

El término *core*, usado por primera vez por Richard H. Dominguez y Robert S. Gajda<sup>(1)</sup>, hace referencia a la región lumbopélvica y a todo el complejo muscular situado en la parte central del cuerpo, cuya principal función es estabilizar la columna vertebral y la región abdominal, permitiendo un adecuado control corporal<sup>(2)</sup> y la ejecución de tareas realizadas por miembros superiores e inferiores de forma combinada o secuencial<sup>(3)</sup>.

El concepto de *core stability* destaca por ser uno de los factores clave para la prevención y tratamiento del síndrome de dolor lumbar<sup>(4, 5)</sup>, considerada una de las principales afecciones musculoesqueléticas que pueden llegar a afectar al 40 % de la población, suponiendo un problema de salud pública<sup>(6)</sup>.

Panjabi y cols.<sup>(7)</sup> publicaron un modelo en 1980 en el que describen un sistema de estabilización de la columna conformado por 3 subsistemas principales: un sistema

pasivo, un sistema activo y un sistema de control neural, en el cual la estabilidad de la columna depende del buen funcionamiento y la interacción de los 3 subsistemas. El subsistema pasivo está compuesto por ligamentos, estructuras óseas, discos y cápsulas articulares de la región lumbopélvica, mientras que el subsistema activo lo forman todo el complejo muscular situado en la parte central del cuerpo que, de manera general, podemos separar en 2 grupos: estabilizadores globales y locales<sup>(8)</sup>.

Los estabilizadores globales o superficiales permiten el movimiento; entre ellos destacan el erector de la columna, los oblicuos externos, el cuadrado lumbar y el recto del abdomen<sup>(9, 10, 11)</sup>, mientras que los estabilizadores locales o profundos son los encargados de proveer una base estable para la actividad, evitando que se produzcan movimientos fuera de la zona neutra. Su respuesta tiene mayor implicación al inicio del movimiento, anticipándose a los movimientos de las extremidades. Entre ellos destacan los multifidos, el transverso del abdomen (TrA), oblicuo interno y la musculatura del suelo pélvico. Por último, tenemos el subsistema de control neural, donde el sistema nervioso central debe determinar las estrategias idóneas para satisfacer un patrón motor apropiado que garantice una adecuada estabilidad de la columna<sup>(1)</sup>.

Estos ajustes de anticipación postural subyacen a la capacidad del sistema nervioso de contrarrestar las fuerzas de reacción inducidas por un movimiento focal antes de

efectuar el propio movimiento<sup>(12)</sup>. En este contexto, el TrA es uno de los componentes de la musculatura profunda abdominal que están involucrados en el control del tronco<sup>(13)</sup>.

El TrA es el músculo más profundo de la pared antero lateral del abdomen y posee un vientre muscular en su parte media terminando con una membrana tendinosa en sus dos extremos. Su correcta activación se produce antes de cualquier movimiento para aumentar la estabilidad de la columna vertebral lumbar<sup>(14)</sup>, proporcionando un control activo, y contribuyendo a impartir tensión a la fascia toracolumbar manteniendo los niveles de presión intra-abdominal<sup>(15)</sup>.

Los ejercicios de activación del transverso abdominal comprenden una parte fundamental dentro de los programas de estabilización lumbar. Diversas estrategias han sido reportadas en la literatura con el objetivo de facilitar o potenciar la activación de este músculo. La maniobra de ahuecamiento abdominal (ADIM, de su sigla en inglés *abdominal drawing-in maneuver*), que consiste en dibujar la parte inferior del abdomen sin mover la pelvis y la columna vertebral, promueve la actividad del TrA, y suprime la activación de los músculos superficiales del tronco (oblicuo externo y recto abdominal). Sin embargo, debido a la localización profunda del TrA, la percepción de su contracción es generalmente muy difícil para la mayoría de las personas<sup>(16)</sup>.

Algunas estrategias han sido reportadas en la literatura con el objetivo de facilitar o potenciar la activación de este músculo, tales como el uso de sistemas de *biofeedback* de presión (por ejemplo: Stabilizer™). Estos sistemas permiten detectar el movimiento del cuerpo y parecen ayudar a la toma de conciencia para la activación aislada del TrA. Por otro lado, debido a que el TrA es parte de los músculos espiratorios, también se ha postulado que la realización de una espiración forzada o contra resistencia podría inducir a su contracción de forma más eficaz y sencilla. En los estudios realizados por Takamune Sugimoto y cols.<sup>(17)</sup>, en sujetos jóvenes y mayores, se ha demostrado que la realización de una espiración contra presión positiva (sistemas PEP), provoca un aumento significativo en el grosor del TrA. Por lo tanto, los ejercicios de espiración contra resistencia, apuntan ser una estrategia prometedora para la realización de los ejercicios de control motor lumbar. Sin embargo, son escasos los estudios empíricos que apoyan esta idea.

Por lo tanto, nos planteamos como objetivos de nuestro estudio comparar mediante ecografía el cambio en el grosor del TrA durante 2 técnicas de contracción, maniobra ADIM y ADIM combinada con TheraPEP®, en 3 condiciones distintas (estática, elevación pierna derecha y elevación pierna izquierda), así como, conocer la percepción de los participantes sobre el nivel de dificultad de contracción del músculo en cada una de las técnicas y condiciones (estática y dinámica).

## MATERIAL Y MÉTODO

### Diseño

Se llevó a cabo un estudio piloto, de tipo transversal, realizado entre abril y mayo de 2019 en la Universidad Miguel Hernández de Elche. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de dicha institución (Código: DPC. CLQ.01.18).

### Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por estudiantes universitarias de los grados impartidos en la Facultad de Medicina con una edad comprendida entre los 18 y 27 años. Los criterios de inclusión fueron ser estudiante de la Facultad, tener una edad comprendida entre 18 y 30 años y pertenecer al sexo femenino. Los criterios de exclusión fueron presentar una patología del sistema respiratorio, haber sido intervenidas de una cirugía lumbar o estar embarazadas, y haber cursado la asignatura de Fisioterapia en especialidades clínicas IV: afecciones del sistema respiratorio y cardiovascular. Este último criterio fue utilizado por el posible sesgo que se podría generar en la percepción de dificultad de contracción en las maniobras en que se utilizaba el dispositivo TheraPEP®.

### Reclutamiento de la muestra

Todas las participantes potencialmente elegidas fueron identificadas a partir de un mensaje de texto que se compartió a través de una aplicación móvil (WhatsApp),

el cual explicaba en qué consistía el estudio, dónde se iba a realizar y la vestimenta necesaria que debían llevar las participantes. A partir de esta información, las estudiantes interesadas en participar se pusieron en contacto con el investigador principal, el cual les citó para el día y hora determinados para las mediciones. A todas las participantes se les garantizó la confidencialidad de datos e imágenes, según la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales. Finalmente, firmaron la hoja de consentimiento informado.

### Variables

Se recogieron variables sociodemográficas, antropométricas, clínicas y de hábito deportivo de las participantes, a través de preguntas auto-referidas en un cuestionario *ad hoc*. En cuanto a las variables principales relativas a la activación del TrA, se midió el grosor del músculo TrA, mediante un ecógrafo portátil (SonoSite TITAN), en reposo y en contracción. Se describen variables del grosor del TrA en reposo, en contracción y la fracción de contracción (músculo en contracción/músculo en reposo).

La percepción del nivel de dificultad de contracción fue valorada de 2 maneras. Por una parte, se utilizó la pregunta: *¿cómo puntuarías de 0 a 10 el nivel de dificultad del ejercicio?* para cada maniobra realizada. Esta pregunta tenía una escala de respuesta numérica ordinal, con un rango de respuesta de 0 a 10, donde 0 era *nada difícil* y 10 *muy difícil*. Por otra parte, al final de todas las maniobras, se utilizó una pregunta global: *para usted, ¿mediante cuál de las dos maneras, con o sin el aparato, le ha resultado más difícil contraer y mantener la contracción del transverso?*, con una escala de respuesta dicotómica, con o sin TheraPEP®.

### Procedimiento de las mediciones

Inicialmente, las participantes fueron instruidas en la realización de la contracción del TrA, de acuerdo con protocolos descritos previamente<sup>(18, 19)</sup>; para lo cual se les explicó información básica sobre anatomía, biomecánica y funciones del músculo transverso, mediante una presentación en *Power Point*. Además, se realizó una demostración práctica de la forma de realización de la maniobra ADIM y contracción del TrA.

Posteriormente, también se les entrenó en la utilización del TheraPEP® que consiste en un dispositivo de presión espiratoria positiva (PEP) con una válvula unidireccional regulable conectada a un orificio espiratorio y una pipeta bucal, que crea una resistencia al flujo espiratorio. Posee un sistema de resistencia flujo-dependiente<sup>(20)</sup>, con niveles de 1 a 6. El nivel de resistencia establecido fue 4, para intentar mantener una relación I:E de 1/3. Las participantes realizaron varias respiraciones utilizándolo con el fin de comprobar que habían entendido su funcionamiento. A cada participante se le entregó un TheraPEP® individual y previamente esterilizado.

Para iniciar las maniobras y mediciones se solicitó a la participante que se tumbara en posición supina sobre una camilla con brazos cruzados sobre tórax y piernas con caderas y rodillas flexionadas aproximadamente a 60° y 90°, respectivamente. Se les solicitó la realización de las siguientes maniobras: contracción estática mediante maniobra ADIM, contracción dinámica mediante maniobra ADIM estirando pierna dominante y contracción dinámica mediante maniobra ADIM estirando pierna nodominante (figura 1). Este protocolo fue diseñado específicamente para este estudio con el objetivo de observar la contracción del músculo TrA durante el movimiento activo de miembros inferiores.



FIGURA 1. Maniobras de ADIM; a: estática; b: dinámica con pierna dominante; c: dinámica con pierna no dominante.

Para comprobar la correcta contracción por parte de las participantes, se utilizó un sistema de *biofeedback* de presión, StabilizerTM. Partiendo de la literatura revisada, el dispositivo StabilizerTM se colocó en la zona lumbar de la participante, coincidiendo el borde inferior del aparato con la espina iliaca posterosuperior<sup>(18, 21)</sup>. Se hinchó el StabilizerTM hasta una presión de 70 mmHg<sup>(22, 23)</sup> y se pidió a la participante que realizara una respiración profunda para su ajuste. Se les instruyó para que en cada maniobra intentaran mantener estable la aguja del esfigmomanómetro del StabilizerTM. La contracción del TrA se solicitó con el siguiente comando verbal: *inspire y espire, inspire y espire, inspire y espire llevando el ombligo hacia arriba y hacia adentro, sin mover la columna ni la pelvis, y mantenga la contracción durante 10 segundos. Intente que la aguja no se mueva*. Tras finalizar cada maniobra se dejó descansar a la participante durante 30 segundos.

Para las maniobras que se realizaron con TheraPEP® se emplearon los mismos comandos verbales, la única diferencia radicó en que, al realizar las 3 respiraciones, la tercera espiración debía ser realizada a través del TheraPEP®. Para todas las participantes el resistor del aparato se encontraba en el mismo nivel de resistencia especificado anteriormente.

Para la obtención de las imágenes, la sonda del ecógrafo fue posicionada a 1/3 de distancia entre la espina iliaca anterosuperior y el ombligo<sup>(9)</sup> ajustando la posición en cada participante para poder observar bien en la pantalla la aponeurosis del TrA. Todas las imágenes fueron capturadas unilateralmente en el lado dominante de la participante y se utilizó un protocolo de ciclo respiratorio para la captura de la imagen de reposo y contracción, solicitando a las participantes que respiraran de manera relajada 3 veces y a la tercera exhalación se tomó la imagen<sup>(24)</sup>. La medición de grosor del TrA se estandarizó para todos las participantes midiendo siempre desde un mismo punto de referencia a un centímetro del origen de inserción del músculo. El espesor del TrA se midió en centímetros como la distancia perpendicular entre el margen inferior de sus bordes faciales superiores y el margen superior de sus bordes faciales inferiores<sup>(25)</sup> (figura 2).

Finalmente, al finalizar las maniobras, a cada participante se le preguntó de qué manera, con o sin la utilización del TheraPEP®, le había resultado más complicado

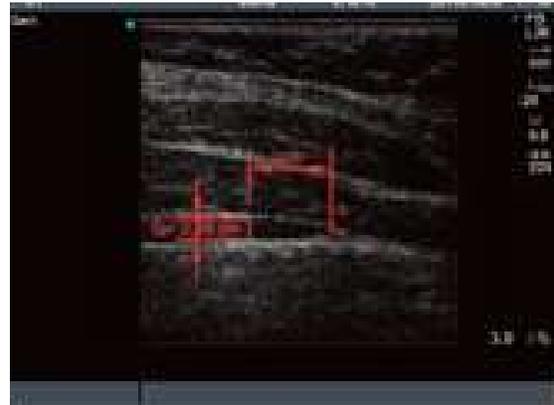


FIGURA 2. Imagen ecográfica de la medición del espesor del TrA.

contraer y mantener la contracción del TrA. Posteriormente se entregó el cuestionario para que rellenara los datos sociodemográficos y demás variables recogidas en nuestro estudio.

### Procesamiento de las imágenes

Todas las imágenes ecográficas fueron almacenadas en la tarjeta *compact Flash* del ecógrafo para posteriormente ser extraídas y decodificadas en un ordenador. Una vez decodificadas, las imágenes fueron analizadas por un programa de diseño llamado AutoCAD versión 2014 de la empresa Autodesk, Inc., el cual permite trazar digitalmente líneas que determinan los valores de los puntos de referencia, respecto a la horizontal y a la vertical, que se referencian previamente en dichas fotografías. Este programa se ha utilizado con éxito en estudios previos de análisis de imágenes<sup>(26)</sup>.

### Análisis de datos

Se construyó una base de datos utilizando el paquete estadístico IBM SSPS para Windows versión 22.0 para la introducción de los datos. Se calcularon estadísticos descriptivos (frecuencias, media, desviación típica y rango), así como el intervalo de confianza al 95 % para las variables principales. La prueba de Kolmogorov-Smir-

nov se utilizó para evaluar la normalidad de la distribución de variables. Para analizar los cambios en el grosor del TrA en las distintas condiciones y la percepción de dificultad se utilizó la comparación de medias para muestras relacionadas, mediante la t de Student, estableciéndose como nivel de significación un valor de p inferior a 0,05. Secundariamente, también se calculó el porcentaje de sujetos que percibieron mayor dificultad con o sin el uso del TheraPEP®.

## RESULTADOS

La figura 3 muestra el proceso de identificación y reclutamiento de las participantes.

Participaron en el estudio un total de 11 estudiantes sanas, con una media de edad de  $20,0 \pm 2,4$  años. Las características de los sujetos se exponen en la tabla 1.

En la tabla 2 se muestran los resultados descriptivos del grosor del músculo TrA en las diferentes maniobras realizadas, con y sin el uso de la TheraPEP®. Como se puede observar, el grosor ha presentado medias más altas en todas las maniobras de contracción respecto al grosor en relajación. Las medias de grosor más altas encontradas fueron en las maniobras realizadas con TheraPEP®: ADIM ( $0,50 \pm 0,22$ ), ADIM pierna derecha ( $0,44 \pm 0,17$ ) y ADIM pierna izquierda ( $0,42 \pm 0,15$ ). Las maniobras realizadas sin TheraPEP® obtuvieron medias idénticas ( $0,37 \pm 0,15$ ), pero con diferentes rangos de valores (tabla 2).

Respecto a los resultados obtenidos de la fracción de contracción del TrA (músculo en contracción/músculo en reposo), se observaron diferencias estadísticamente significativas a favor de las maniobras realizadas con la TheraPEP®, tanto en las maniobras estáticas como dinámicas ( $p < 0,05$ ) (tabla 3). La maniobra estática presentó la mayor diferencia de media, con un valor de 0,69 (IC 95 % 0,18-1,19) a favor de la realización de la maniobra con TheraPEP®.

La tabla 4 expone los resultados descriptivos de la percepción de dificultad de las maniobras estáticas y dinámicas, realizadas con y sin TheraPEP®. Como se muestra en la tabla, las maniobras de contracción dinámica presentaron medias más altas de dificultad frente a las maniobras de contracción estática, y dentro de las

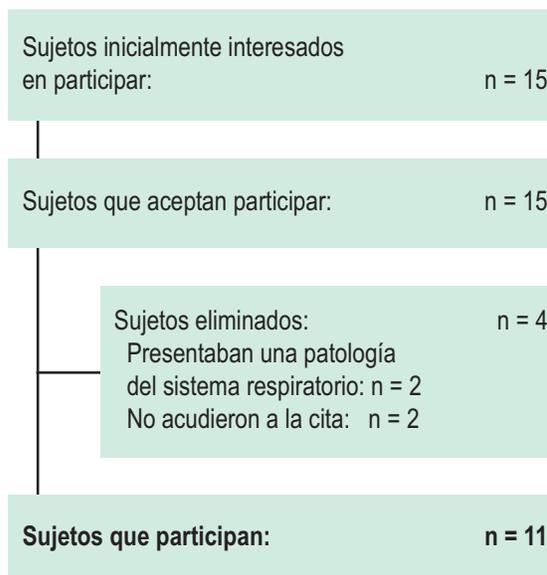


FIGURA 1. Flujograma de la identificación y selección de los sujetos.

TABLA 1. Características de las participantes.

Variables	Media (DE) / n (%)
Edad	20,0 (2,4)
Peso (kilogramos), media (DE)	59,5 (9,0)
Talla (metros), media (DE)	1,6 (0,0)
IMC, media (DE)	21,8 (2,3)
Deporte habitualmente, n (%)	
Si	9 (81,8)
No	2 (18,2)
Frecuencia semanal, n (%)	
2-3 veces/semana	4 (36,4)
4-5 veces/semana	5 (45,5)
0 veces/semana	2 (18,2)
Dominancia, n (%)	
Diestra	9 (81,8)
Ambidiestra	2 (18,2)

DE: Desviación estándar.

TABLA 2. Datos descriptivos del grosor del músculo transverso.

Maniobras	Mínimo	Máximo	Media	DE	IC 95 %
Transverso relajado	0,13	0,37	0,22	0,07	0,17 – 0,27
ADIM	0,14	0,68	0,37	0,15	0,27 – 0,48
ADIM combinado con TP	0,26	0,93	0,50	0,22	0,35 – 0,65
ADIM pierna derecha	0,19	0,75	0,37	0,15	0,27 – 0,47
ADIM pierna derecha con TP	0,23	0,75	0,44	0,17	0,33 – 0,56
ADIM pierna izquierda	0,22	0,73	0,37	0,15	0,27 – 0,47
ADIM pierna izquierda con TP	0,25	0,66	0,42	0,15	0,32 – 0,52

DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.

TABLA 3. Fracción de contracción en las diferentes maniobras.

Maniobras	Media (DE)	Dif. Media (IC 95 %)	p valor
ADIM			
Con TheraPEP®	2,43 (1,26)	0,69 (0,18 – 1,19)	<b>0,013</b>
Sin TheraPEP®	1,74 (0,66)		
ADIM pierna derecha			
Con TheraPEP®	2,09 (0,76)	0,40 (0,06 – 0,74)	<b>0,026</b>
Sin TheraPEP®	1,69 (0,43)		
ADIM pierna izquierda			
Con TheraPEP®	2,01 (0,77)	0,29 (0,07 – 0,51)	<b>0,016</b>
Sin TheraPEP®	1,72 (0,59)		

DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.

maniobras de contracción dinámica se han percibido de mayor dificultad las realizadas con TheraPEP® ( $6,27 \pm 1,00$ ) con respecto a los que realizaron sin TheraPEP® ( $5,73 \pm 2,05$ ).

Los resultados de la comparación de medias para la

percepción del nivel de dificultad en la realización de las maniobras no demostraron diferencias significativas (tabla 5).

Finalmente, en la figura 4 podemos observar que, en la pregunta global sobre el nivel de dificultad, más de la

TABLA 4. Datos descriptivos del nivel de percepción de dificultad (escala de 0-10).

Maniobras	Mínimo	Máximo	Media	DE	IC 95 %
ADIM	1,00	7,00	2,82	1,83	1,59 – 4,05
ADIM combinado TP	1,00	7,00	3,64	1,91	2,35 – 4,92
ADIM dinámica	2,00	9,00	5,73	2,05	4,35 – 7,11
ADIM combinado TP	4,00	9,00	6,27	1,27	5,42 – 7,13

DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.

TABLA 5. Comparación de la percepción de la dificultad (escala de 0-10)  
entre las maniobras realizadas con/sin TheraPEP®.

Maniobras	Media (DE)	Dif. Media (IC 95 %)	p valor
ADIM			
Con TheraPEP®	3,64 (1,91)	0,82 (-0,30 – 1,94)	<b>0,134</b>
Sin TheraPEP®	2,82 (1,83)		
ADIM dinámica			
Con TheraPEP®	6,26 (1,27)	0,55 (-0,74 – 1,83)	<b>0,367</b>
Sin TheraPEP®	5,73 (2,05)		

DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.

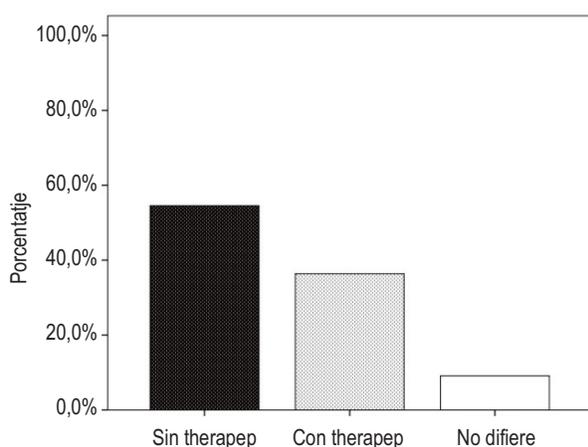


FIGURA 4. Porcentaje de participantes que percibieron mayor dificultad de contracción según la maniobra.

mitad de ñas participantes (un 54,5 %) percibieron mayor dificultad en realizar la contracción del TrA de forma aislada y mantenida sin el uso del TheraPEP®.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio, se investigó si la maniobra ADIM combinada con TheraPEP produce un mayor aumento en el grosor del TrA cuando es comparado frente a la maniobra ADIM de manera aislada, en diferentes condiciones, estática y dinámica. Aunque se observaron diferencias significativas en el cambio de grosor del músculo TrA en todas las maniobras de contracción respecto al grosor de reposo, ese aumento fue significativamente mayor durante las maniobras ADIM junto con TheraPEP.

El grosor del TrA en la condición de reposo observado en la muestra de estudio fue ligeramente inferior al reportado por Navarro Torres y Del Baño<sup>(27)</sup>. En su estudio utilizaron una muestra de sujetos jóvenes (21,2 años) y reportaron un grosor medio de 0,44 cm. Esta diferencia puede ser debida a la inclusión de ambos sexos en la muestra, con una prevalencia de hombres (82,6 %). Otro estudio, realizado por Takamune y cols.<sup>(17)</sup>, también reportó un grosor de reposo mayor que el encontrado en el presente estudio, pero la muestra estuvo compuesta sólo por hombres. Las diferencias en las características antropométricas y musculares, así como en los hábitos deportivos entre hombres y mujeres, podrían influir en los resultados.

En el presente estudio, los cambios en el grosor del TrA entre situación de reposo y contracción (fracción de contracción) fueron mayores en todas las maniobras, tanto estáticas como dinámicas, cuando fueron realizadas con el TheraPEP. Estudios previos, utilizando la espiración con presión positiva (PEP) encontraron resultados divergentes entre ellos, aunque utilizaron muestras distintas. En el estudio de Takamune y cols.<sup>(17)</sup>, realizado con una muestra de sujetos jóvenes y sanos, compararon el grosor del TrA entre la maniobra ADIM y la espiración con PEP, encontrando diferencias significativas en el grosor del TrA en las dos maniobras comparadas con la situación de reposo, pero no demostraron superioridad a favor de la PEP. En otro estudio, realizado por el mismo grupo de investigadores, pero en personas mayores, consiguieron demostrar superioridad de la técnica de espiración con PEP para el aumento del grosor del TrA cuando ésta se comparó con a la maniobra ADIM. Además, esta superioridad fue observada en todos los grupos analizados separadamente: mujeres, hombres y muestra global<sup>(16)</sup>.

Percibir la contracción del TrA no resulta sencillo, ya que se encuentra cubierto por los músculos superficiales del abdomen, y las instrucciones orales para estimular su actividad muscular aislada no son claras<sup>(16)</sup>. Acerca de las preguntas sobre la percepción del nivel de dificultad de realización de las maniobras, las participantes reportaron valores medios ligeramente más altos para las maniobras con TheraPEP®, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Por otro lado, en la pregunta global sobre la dificultad en la realización de la contracción del TrA de forma aislada y mantenida,

un poco más de la mitad de las participantes percibieron más difícil sin TheraPEP®.

En realidad, estos resultados fueron sorprendentes porque nuestra hipótesis inicial era que el dispositivo TheraPEP® pudiera facilitar la percepción y ejecución de contracción, aunque no hay evidencia previa de ello. Sin embargo, durante la realización de las maniobras, especialmente las dinámicas, se percibió *confusión* por parte de las participantes con respecto a la cantidad de órdenes y comandos verbales. Durante el procedimiento de maniobras combinadas, debían realizar la maniobra ADIM al mismo tiempo que miraban al manómetro del StabilizerMT y espiraban por TheraPEP®. Esto parece indicar que el control del sistema de *biofeedback* pueda haber interferido y quizás la utilización de este dispositivo requiera más entrenamiento.

### Limitaciones

Este trabajo presenta algunas limitaciones a destacar, a pesar del rigor metodológico seguido en su desarrollo. Debido a aspectos logísticos, el tamaño de la muestra fue limitado y constituido sólo por mujeres, con lo cual no se pueden generalizar los resultados a la población de referencia. Hubiese sido de gran utilidad haber podido incluir también sujetos del sexo masculino para valorar la existencia de posibles diferencias entre sexos, aunque estudios previos no revelaron diferencias significativas<sup>(16)</sup>.

### Implicaciones para la práctica clínica

Debido al rol fundamental del TrA en la estabilización lumbar, estos resultados pueden ser útiles en el diseño de nuevas estrategias de tratamiento fisioterapéutico. Se ha demostrado que la utilización de TheraPEP®, combinada con la maniobra ADIM es capaz de potenciar la contracción del TrA. La espiración contra resistencia a través de un dispositivo TheraPEP® es un método sencillo, de bajo coste y eficaz, que puede tener especial utilidad en aquellos casos en los que los pacientes presenten dificultad en comprender los comandos verbales (ancianos por ejemplo) de las maniobras, o tengan alte-

ración perceptiva corporal. Aunque su uso está ampliamente extendido en el área de Fisioterapia respiratoria para el tratamiento de pacientes con obstrucción crónica, es poco utilizado en otras áreas. Estos resultados apoyan su uso en el área músculo-esquelética y afines, además de reflejar la transversalidad entre las áreas de Fisioterapia.

### Futuras investigaciones

Adicionalmente a estas valoraciones del grosor del TrA mediante el ecógrafo, se podrían realizar pruebas funcionales del control motor lumbar para evaluar la relación entre el estado de la musculatura abdominal y la estabilidad lumbar. Del mismo modo, sería útil estudiar la eficacia de este nuevo método combinado de la maniobra ADIM junto con el uso de dispositivos PEP, comparándolo con estrategias de intervención convencionales de la práctica diaria en población sintomática de inestabilidad lumbar.

### CONCLUSIONES

El grosor del músculo transversal aumenta de manera significativa mediante la maniobra ADIM combinada con TheraPEP® comparada con la aplicación de la maniobra ADIM de forma aislada. Esto ha podido comprobarse mediante estudios ecográficos. Aunque la realización de la maniobra ADIM con TheraPEP® parecía resultar en un principio más compleja para los participantes, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre la percepción del nivel de dificultad.

### RESPONSABILIDADES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los procedimientos que se han seguido en este estudio cumplen los principios básicos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, actualizada en 2013 en Fortaleza (Brasil) y complementada con la Declaración de Taipei, de 2016 sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos.

### Confidencialidad y consentimiento informado.

Los autores garantizan que se ha cumplido la exigencia de haber informado a todos los sujetos del estudio, que han obtenido su consentimiento informado por escrito para participar en el mismo y que están en posesión de dichos documentos.

### Confidencialidad de los datos y derecho a la privacidad.

Los autores declaran que se ha cumplido con la garantía de la privacidad de los datos de los participantes en esta investigación y manifiestan que el trabajo publicado no incumple la normativa de protección de datos de carácter personal. No se utilizan nombres ni cualquier otro tipo de dato para la investigación que pudiera identificar a los sujetos encuestados.

**Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés.

**Financiación.** Los autores declaran no haber recibido financiación de ninguna institución pública o privada para el desarrollo de este estudio.

**Contribuciones de autoría.** Todos los autores de este estudio cumplen con los criterios de autoría habiendo participado en el diseño, desarrollo, redacción, supervisión y revisión del estudio y han tenido acceso completo a su contenido y han aprobado la versión final presentada.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Segarra V, Heredia JR, Pena G, Sampietro M, Moyano M, Mata F, et al. Core y sistema de control neuromotor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar. *Rev Bras Educ Fis Esporte.* 2014; 28(3): 521–9.
2. Borghuis J, Hof AL, Lemmink KA. The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training. *Sports Med.* 2008; 38(11): 893–916.
3. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med.* 2006; 36(3): 189–98.
4. McGill SM. Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation. Champaign, Illinois: Human Kinetic; 2002.

5. Zazulak B, Cholewicki J, Reeves NP. Neuromuscular control of trunk stability: Clinical implications for sports injury prevention. *J Am Acad Orthop Surg*. 2008 Sep; 16(9):497–505.
6. Ferrer-Peña R, Calvo-Lobo C, Aiguadé R, Fernández-Carnero J. Which Seems to Be Worst? Pain Severity and Quality of Life between Patients with Lateral Hip Pain and Low Back Pain. *Pain Res Manag*. 2018 Oct 22; 2018 9156247.
7. Panjabi M, Abumi K, Duranceau J, Oxlund T. Spinal stability and intersegmental muscle forces: A biomechanical model. *Spine*. 1989 Feb; 14(2): 194–200.
8. Vasquez-Rios JR, Nava-Bringas TI. Ejercicios de estabilización lumbar. *Cir Cir*. 2014 82(3): 352–9.
9. Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG, Herbert RD, Refshauge K. Specific stabilization exercise for spinal and pelvic pain: A systematic review. *Aust J Physiother*. 2006; 52(2): 79–88.
10. Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, Damen L, Pas MS, Storm J. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine*. 2002 Feb 15; 27(4): 399–405.
11. Rissanen A, Heliövaara M, Alaranta H, Taimela S, Mälikä E, Knekt P, et al. Does good trunk extensor performance protect against back-related disability? *J Rehabil Med*. 2002 Mar; 34(2): 62–6.
12. Masse-Alaire H, Flamand VH, Moffet H, Schneider C. Corticomotor control of deep abdominal muscles in chronic low back pain and anticipatory postural adjustments. *Exp Brain Res*. 2012 Apr; 218(1): 99–109.
13. Tesh KM, Dunn JS, Evans JH. The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1987 Jun; 12(5): 501–8.
14. Willard FH, Vleeming A, Schuenke MD, Danneels L, Schleip R. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. *J Anat*. 2012; 221(6): 507–36.
15. de Zamora Bellosta ML, Montejo VM, de Celis CL, Lopez MB, Garcia CH, Moreno JT. Efectividad de un programa domiciliario de ejercicios de estabilización sobre el dolor lumbar asociado a la menstruación en mujeres con hiperactividad. *Fisioterapia*. 2014; 33(3): 98–104.
16. Sugimoto T, Yokogawa M, Miaki H, Madokoro S, Nakagawa T. Changes in thickness of the transversus abdominis during the abdominal drawing-in manoeuvre and expiratory muscle training in elderly people. *J Phys Ther Sci*. 2018 Jan; 30(1): 119–23.
17. Sugimoto T, Yokokawa M, Miaki T, Nakagawa T. Changes in the thickness of transversus abdominis muscle during “drawing-in” of the abdominal Wall and expiratory threshold loading according to posture. *Rigakuryoho Kagaku*. 2015; 30(3): 385–8.
18. Lima PO, Oliveira RR, Moura Filho AG, Raposo MC, Costa LO, Laurentino GE. Concurrent validity of the pressure biofeedback unit and surface electromyography in measuring transversus abdominis muscle activity in patients with chronic nonspecific low back pain. *Rev Bras Fisioter*. 2012 Sep-Oct; 16(5): 389–95.
19. von Garnier K, Köveker K, Rackwitz B, Kober U, Wilke S, Ewert T, et al. Reliability of a test measuring transversus abdominis muscle recruitment with a pressure biofeedback unit. *Physiotherapy*. 2009 Mar; 95(1): 8–14.
20. Myers TR. Positive expiratory pressure and oscillatory positive expiratory pressure therapies. *Respir Care*. 2007 Oct; 52(10): 1308–27.
21. Sutherlin MA, Gage M, Mangum LC, Hertel J, Russell S, Saliba SA, et al. Changes in Muscle Thickness Across Positions on Ultrasound Imaging in Participants With or Without a History of Low Back Pain. *J Athl Train*. 2018 Jun; 53(6): 553–9.
22. França FR, Burke TN, Hanada ES, Marques AP. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics*. 2010; 65(10): 1013–7.
23. Costa LOP, Costa LCM, Cancado RL, Melo Oliveira W, Ferreira, PH. Confiabilidade do teste palpatorio e da unidade de biofeedback pressorico na ativacao do musculo transverso abdominal em individuos normais. *Acta Fisiatr*. 2004; 11(3): 101–5.
24. Flavell CA, Marshman LG, Gordon SJ. Measurement of transversus abdominis activation in chronic low back pain patients using a novel standardized real-time ultrasound imaging method. *Ultrasound*. 2019 Feb; 27(1): 31–7.
25. Gibbon KC, Debuse D, Hibbs A, Caplan N. Reliability and precision of sonography of the lumbar multifidus and transversus abdominis during dynamic activities. *J Ultrasound Med*. 2017 Mar; 36(3): 571–81.
26. Orts-Ruiz C, Oliveira-Sousa SL, Martínez-Fuentes J. Valoración postural en tenistas no profesionales a través de la fotogrametría: un estudio transversal. *Cuest. Fisioter*. 2018; 47(3): 163–74.
27. Navarro-Torres D, Bano-Aledo ME. Valoración ecográfica de 2 técnicas de contracción abdominal: contracción isométrica y maniobra de ahuecamiento. *Fisioterapia*. 2019; 41(4): 192–9.