



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LA ACTIVACIÓN DE TRANSVERSO Y RECTO  
ABDOMINAL DURANTE 5 EJERCICIOS DE ESTABILIZACIÓN  
ENTRE SELECCIONADAS DE FUTBOLITO Y ESTUDIANTES  
SEDENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD FINIS TERRAE**

RODRIGO IGNACIO BARRÍA TENORIO  
DANIELA ELIZABETH DÍAZ PILAR  
CLAUDIA ANDREA SÁEZ GUEDENEY

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis  
Terrae para optar al grado de Licenciado en Kinesiología

Profesor guía: Klgo. Gonzalo Niño Guggisberg

Santiago, Chile

2017

## FORMULARIO DE APROBACIÓN

Mediante el presente documento, el profesor guía certifica y autoriza que la presente tesis, es copia fiel de la original y está apta para ser presentada ante la Escuela de Kinesiología para optar al grado de Licenciado en Kinesiología.

---

NOMBRE Y FIRMA PROFESOR GUÍA

---

FECHA

---

NOMBRE Y FIRMA ALUMNO TESISTA

---

FECHA

---

NOMBRE Y FIRMA ALUMNO TESISTA

---

FECHA

---

NOMBRE Y FIRMA ALUMNO TESISTA

---

FECHA

## DEDICATORIA

Este proyecto, que desde su inicio ha sido una aventura, es dedicado a todas las personas en nuestras vidas que, por su cariño, apoyo y confianza incondicional, nos han permitido seguir adelante frente a los obstáculos y dificultades que se presentaron en el camino. Es por ustedes que nos esforzamos desde el día 0 para lograr una entrega de calidad realizada con tenacidad dando lo mejor de nosotros.

A Rosana Tenorio Muñoz, Hugo Barría Fernández, Patricia Fernández Carranza y a mi vida.

Rodrigo Barría Tenorio

A Dios, a Luis Díaz Morales, Benilda Pilar Rubio, José Pilar Márquez, Felicia Rubio Ramos, Eliud Pilar Rubio y Emmanuel Díaz Pilar.

Daniela Díaz Pilar

A Patricia Guedeney Guedeney, Juan Carlos Sáez Salazar y Felipe Sáez Guedeney.

Claudia Sáez Guedeney

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, se nos hace evidente agradecer a nuestro profesor guía Gonzalo Niño Guggisberg por su entrega y disposición hacia nosotros en este proceso. Nuestro agradecimiento también se extiende hacia la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis Terrae, en conjunto con el Laboratorio de Ciencias del Movimiento y Gimnasio de Kinesiología.

También a quienes participaron en nuestro estudio, tanto a la población femenina de la Universidad Finis Terrae como específicamente a la Selección Femenina de Fútbolito UFT.

Por último, a nuestros familiares y amigos presentes en esta etapa, ya que la realización de este estudio no habría sido posible sin el aporte de cada uno de ustedes. Muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen	VIII
Abstract	IX
Abreviaturas	X
Introducción	1
Marco Teórico	2
Transverso abdominal	2
Factores de riesgo de dolor lumbar	4
Epidemiología del dolor lumbar	6
Métodos de medición de TA y RA	6
Ejercicios de estabilización	9
Pregunta de investigación	11
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Hipótesis de trabajo	13
Hipótesis nula	13
Materiales y método	14
Diseño de investigación	14
Universo y tipo de muestreo	14
Tamaño de la muestra	14
Criterios de inclusión	14
Criterios de exclusión	15
Metodología de obtención de datos	15
Variables del estudio	18
Variables independientes	18
Variables dependientes	18
Variables desconcertantes	19

Análisis estadístico	20
Resultados	21
Discusión	27
Conclusión	35
Bibliografía	36
Anexos	42
Anexo N°1: Documento de consentimiento informado	42
Anexo N°2: PowerPoint educativo	47
Anexo N°3: Ficha clínica	52

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Tabla N°1. Comparación de variables descriptivas entre ambos grupos.	21
Gráfico N°1. Relación TA/RA entre ejercicios según grupos.	22
Gráfico N°2. Relación TA/RA entre ejercicios en ambos grupos juntos.	23
Gráfico N°3. Comparación de TA entre ejercicios y entre ambos grupos.	23
Gráfico N°4. Comparación de TA entre ejercicios y en ambos grupos juntos.	24
Gráfico N°5. Comparación de RA entre ejercicios y entre grupos.	25
Gráfico N°6. Comparación de RA entre ejercicios y en ambos grupos juntos.	26

## RESUMEN

**Introducción:** El transverso abdominal (TA) es un músculo importante en la estabilidad lumbar antero-posterior durante actividades comunes de la vida diaria como la marcha y transferencias. La debilidad del TA ha sido vinculada a dolor lumbar, principalmente en mujeres pudiendo ser provocado por un desbalance entre TA y recto abdominal (RA), el que se encarga de la flexión de tronco y no de la estabilidad. Sin embargo, esta sinergia ha sido poco estudiada.

**Objetivo general:** Determinar cuál de los 5 ejercicios seleccionados de estabilización es el que presenta una mayor relación TA/RA y si existen diferencias significativas entre un grupo de sedentarias y seleccionadas de futbolito.

**Método:** Se realizó una comparación entre dos grupos de mujeres: sedentarias (n=14) y activas (n=9) de la Universidad Finis Terrae que cumplieran con los criterios de inclusión (entre 18 y 30 años, IMC entre 18 y 29,9, y nivel de actividad física según IPAQ) y exclusión (dolor lumbar, lesión o cirugía abdominal). La amplitud electromiográfica normalizada de TA y RA fue medida en 5 ejercicios: Abdominal Drawing-in Maneuver (ADIM), ADIM presionando un balón suizo, ADIM con extensión de rodilla dominante, puente supino y ADIM en cuatro apoyos. Los resultados se expresaron como una relación TA/RA. Se utilizó ANOVA de dos vías para determinar la presencia de diferencias significativas.

**Resultados:** No se encontraron diferencias significativas al comparar entre ejercicios y entre grupos. El Ejercicio 2 mostró los valores menores de TA/RA en ambos grupos, y el Ejercicio 4 en promedio logró el mayor TA/RA en ambos grupos.

**Palabras clave:** ejercicios, electromiografía de superficie, estabilización lumbopélvica, recto abdominal, transverso abdominal.

## ABSTRACT

**Introduction:** Transverse abdominis (TA) is an important muscle in antero-posterior lumbar stability during common activities of daily living like walking and transferences. TA weakness has been linked to lumbar pain, mainly in women which might be caused by a dysbalance between TA and rectus abdominis (RA), which is in charge of trunk flexion, and not stabilizing, but this synergy has been poorly studied.

**Main objective:** To determine which of the 5 selected stabilization exercises has a higher TA/RA ratio and whether there are significant differences between a group of sedentary women and a group of female soccer players.

**Methods:** A comparison was made between two groups of women, sedentary (n=14) and active (n=9) from Universidad Finis Terrae who fulfill inclusion (between 18-30 years, BMI between 18-29,9 and according to IPAQ's physical activity level) and exclusion (lumbar pain or an abdominal injury or surgery) criteria. The normalized electromyographic amplitude of TA and RA was measured during 5 lumbopelvic stabilization exercises: Abdominal Drawing-in Maneuver (ADIM), ADIM while pressing an exercise ball, ADIM with dominant knee extension, supine bridge, and 4-point-kneeling ADIM. The results were expressed as a TA/RA ratio. A two-way ANOVA was used to determine the presence of significant differences.

**Results:** No significant differences were found when comparing between groups and exercises. Exercise 2 showed the lowest values of TA/RA ratio in both groups, and Exercise 4 showed, in average, the highest TA/RA.

**Key words:** abdominal drawing-in maneuver, exercises, lumbopelvic stabilization, rectus abdominis, surface electromyography, transversus abdominis, women.

## ABREVIATURAS

- AB: Abdominal bracing.
- ADIM: Abdominal drawing-in maneuver.
- AH: Abdominal hollowing.
- EE: Erectores espinales.
- EIAS: Espina iliaca antero superior.
- EMG: Electromiografía.
- ICLT: Ilio costal lumbar.
- IMC: Índice de masa corporal.
- IPAQ: Cuestionario internacional de actividad física.
- MCIV: Máxima contracción isométrica voluntaria.
- MF: Multífidos.
- OE: Oblicuo externo.
- OI: Oblicuo interno.
- RA: Recto del abdomen.
- RNM: Resonancia nuclear magnética.
- TA: Transverso del abdomen.
- US: Ultrasonido.

## INTRODUCCIÓN

La musculatura de la pared abdominal, principalmente transverso abdominal (TA) y recto abdominal (RA) conforman una sinergia, dentro de la cual el TA se encarga de la estabilización antero-posterior de la columna lumbar (Stanton & Kawchuk, 2008), mientras que el RA se encarga de la flexión de tronco y no de la estabilidad (Stokes, Gardner-Morse & Henry, 2011). Cuando esta sinergia sufre un desbalance, se sobreactiva la musculatura superficial y disminuye la actividad de la profunda, perdiendo la estabilidad lumbopélvica (Hides & Stanton, 2012; Tsao, Galea & Hodges, 2008). En estos casos aumenta la probabilidad de sufrir dolor lumbar. Esta situación puede presentarse desde temprana edad, y su riesgo se ve incrementado en mujeres cuando se presentan factores como lo son el sobrepeso, el bajo nivel educacional, el hábito tabáquico, estrés, ansiedad, postura sedente prolongada y las diferencias en el nivel de actividad física. La prevalencia del dolor lumbar va en incremento de forma directamente proporcional a la edad (Balagué, Mannion, Pellisé & Cedraschi, 2012) (Lionel, 2014) (Mejia, Guevara, Martinez, Rivera & Roa, 2014) (O'Keeffe, Dankaerts, O'Sullivan, O'Sullivan & O'Sullivan, 2013) (Waongenngarm, Rajaratnam & Janwantanakul, 2016). A causa de lo anteriormente dicho, determinar ejercicios que sean apropiados para que TA cumpla su función estabilizadora y logre correcta activación, disminuyendo la actividad del RA para revertir el desbalance, se hace una tarea fundamental que este estudio busca lograr, pudiendo proveer información importante para el tratamiento y la prevención del dolor lumbar en mujeres. Para ello se comparará la relación de activación electromiográfica entre el TA y RA durante los ejercicios de Abdominal Drawing-In Maneuver (ADIM) en decúbito supino, ADIM presionando un balón suizo, ADIM con extensión de rodilla dominante, puente supino neutro y ADIM en 4 apoyos.

## MARCO TEÓRICO

### Transverso abdominal

El TA es un músculo importante en la estabilidad lumbar durante actividades comunes de la vida diaria como la marcha y transferencias (Hodges & Richardson, 1997), para las cuales es requerida una activación automática del TA para estabilizar, previo a la movilización y desestabilizaciones. La función estabilizadora de este músculo se da principalmente en movimientos antero-posteriores de las vértebras debido a un aumento de la presión intra-abdominal y de la tensión en la fascia toracolumbar (Stanton & Kawchuk, 2008), además de cumplir el rol de estabilizador bilateral durante ajustes posturales anticipatorios (Allison, Morries & Lay, 2008). El movimiento rápido de extremidades está asociado al control y respuesta postural que tienen los músculos abdominales. Se ha descrito en la literatura que el TA está mayormente relacionado con estos movimientos en relación a otros músculos abdominales, ya que éste es capaz de disociarse de los que son más superficiales, como el RA (Hodges & Richardson, 1999). El TA se activa antes que los músculos de las extremidades superiores e inferiores al momento de realizar un movimiento rápido, y su contracción es específica a la dirección en la que se va a mover un brazo, pero no es bilateralmente simétrica (Allison, et al., 2008).

La debilidad o problemas de activación de este músculo dan pie a variadas patologías traumatológicas que conllevan a dolor lumbar, por lo que su correcto entrenamiento y activación es necesaria para prevenirlas y/o tratarlas (Purcell & Micheli, 2009; Richardson et al., 2002).

Una de las posibles causas de disfunción en la activación del TA es un remapeo anormal de la representación cortical interna del centro de gravedad y de la musculatura de tronco, generando un retraso en la activación de la musculatura profunda, acompañado de un aumento de actividad de la musculatura superficial, común en pacientes con dolor lumbar crónico (Tsao et al., 2008). Producto de este remapeo y disfunción, se causa una atrofia de TA e hipertrofia de RA, lo que está ligado al dolor lumbar (Hides, 2012; Lionel, 2014). Por eso es importante determinar ejercicios que aumenten la activación del TA y disminuyan la actividad del RA, para poder normalizar este desbalance, prevenir la atrofia, y así tratar y/o prevenir posibles lesiones (Kim, Cho, Goo & Baek, 2013).

Una adecuada activación del TA se ha relacionado con la disminución del dolor (Chon, You & Saliba, 2012), disminución de la discapacidad, tanto de forma aguda como de forma crónica (Hosseiniifar, Akbari, Behtash, Amiri & Sarrafzadeh, 2013; Richardson et al., 2002), restauración de la función muscular y reducción de riesgo de lesiones (Brumitt, Madesson & Meira, 2013). Estos efectos se ha visto que se extienden entre 3 y 6 meses posterior al final de un protocolo de entrenamiento de TA (Puntumetakul, Areeudomwong, Emasithi & Yamauchi, 2013; Wang et al., 2012), por lo que se hace evidente que el entrenamiento se debe seguir de forma prolongada para perpetuar los resultados positivos.

Tanto un entrenamiento específico de TA, como un nivel apropiado de actividad física en general se encuentran relacionados con la protección de la columna lumbar, ya que el nivel de actividad física y riesgo de padecer dolor lumbar, tanto en hombres como mujeres, se ha visto que tienen una relación inversa (Heuch, Heuch, Hagen & Zwart, 2016). Esta relación llega hasta un cierto límite, que se encuentra en las 3 horas por semana de ejercicio extenuante, luego de las cuales se deja de ver beneficios. Este nivel de actividad física intenso, inclusive, podría acarrear un elevado riesgo de lesionar la columna lumbar en mujeres de bajo nivel educacional (Heuch, et al., 2016).

## Factores de riesgo de dolor lumbar

En conjunto con la inactividad física, que alcanza un 80,1% de prevalencia en mujeres chilenas (Ministerio del Deporte, Gobierno de Chile, 2015), otros factores de riesgo relacionados con el dolor lumbar son la edad, el sexo, el sobrepeso, el bajo nivel educacional, el hábito tabáquico, el estrés, la ansiedad, la depresión o la postura sedente prolongada (Balagué, et al., 2012; Lionel, 2014). Se ha visto que el dolor lumbar está presente principalmente entre los 20 y los 40 años y que es más prevalente en las mujeres y esto se podría explicar por una mayor exposición de cargas músculo esqueléticas en el embarazo, cuidado de niños, doble jornada de trabajo, el trabajo doméstico y a las características anatómicas y fisiológicas propias de una mujer, como menor masa ósea y muscular (Meucci, Fassa & Faria, 2015).

Se ha encontrado una asociación positiva entre el aumento del IMC y el dolor lumbar ya que las personas que presentan sobrepeso u obesidad tienen mayor riesgo de sufrir este tipo de dolor, siendo aún más prevalente en personas que fuman. El dolor lumbar también se correlaciona directamente con la falta de actividad física, mientras que ciertas actividades deportivas, como la natación, se asocian con una menor prevalencia. Cuando este dolor se vuelve crónico, provoca un reflejo de inhibición que conlleva a atrofia y debilidad de los músculos posteriores de tronco como multifidos (MF) y erectores espinales (EE), generando un círculo vicioso al perderse la activación de los músculos estabilizadores antes mencionados (Balagué, et al., 2012; Lionel, 2014), lo que podría ocurrir de forma similar con la musculatura abdominal profunda.

Las posturas de columna y el tipo de trabajo también han sido estudiados. La posición sedente es un factor agravante de dolor lumbar (O'Keeffe, et al., 2013). Se ha visto que el sedente prolongado, mayor a 1 hora, induce fatiga

de oblicuo interno (OI) y TA. En esta posición, la columna se hace susceptible a lesiones (Waongenngarm, et al., 2016), disminuye la lordosis lumbar, aumenta la actividad de la musculatura superficial posterior de columna y la presión del disco intervertebral, lo que está asociado con el desarrollo de dolor lumbar. La carga laboral en esta posición contribuye a un mayor desarrollo de dolor lumbar, así también la carga física pesada en flexión mantenida (Balagué et al., 2012; Lionel, 2014).

Por otra parte, personas que realizan actividad física como las futbolistas son un subsector de la población en el cual el dolor lumbar cobra importancia, dado que este deporte requiere de movimientos como hiperextensiones y rotaciones de tronco (Piper & DeGrauw, 2012 Purcell & Micheli, 2009), siendo este dolor la lesión por sobreuso más prevalente durante su temporada (Grosdent, et al., 2016; Waldén, Hägglund & Ekstrand, 2005) También es importante considerar que la participación en deportes competitivos durante la juventud predispone a padecer de dolor lumbar (Shah, Cloke, Rushton, Shirley & Deehan, 2014). La participación en deportes, una vez ya estando presente el dolor lumbar, aumenta la severidad de su sintomatología (Jacob, Baras, Zeev & Epstein, 2004). Se ha visto que una historia previa de dolor lumbar en futbolistas al comienzo de la temporada aumenta 6 veces el riesgo de sufrir recidiva (Wilkerson, Giles & Seibel, 2012) y es específicamente el fútbol el deporte más jugado, con más de 260 millones de jugadores en el mundo, que presenta una alta cantidad de lesiones deportivas (Krist, Van Beijsterveldt, Backx & de Wit, 2013; Shah, et al., 2014). Se ha demostrado, al comparar futbolistas con y sin dolor lumbar, que una historia previa de dolor lumbar altera el control lumbopélvico, y que un 73% de estos jugadores no lograban contraer adecuadamente el TA (Grosdent, et al., 2016).

## Epidemiología del dolor lumbar

Todos estos factores de riesgo contribuyen a que el dolor lumbar sea una patología muy común, ya que en la encuesta nacional, National Ambulatory Medical Care Survey, se reportó que un 26,4% de los adultos encuestados ha sentido dolor lumbar con una duración mínima de un día completo en los últimos 3 meses (Mejia, et al., 2014). Los datos estadísticos indican que entre un 5% y un 10% de la población que padezca de dolor lumbar, desarrollarán dolor lumbar crónico en algún momento de su vida, teniendo entre los 24 y 39 años una prevalencia de un 14,2%, y es más común en mujeres, donde su prevalencia es entre un 50% y un 60,2% (Mejia, et al., 2014; Meucci, et al., 2015).

Por otra parte, el dolor lumbar en la población general es comúnmente asociado con el ausentismo laboral. En países de altos ingresos como Reino Unido, representa cerca de un 12,5% de las bajas por enfermedad (Garcia, et al., 2014). En EEUU representa entre 2 y 4% de las compensaciones médicas. Así mismo tiene repercusiones sociales y económicas en países de Latino América. En Argentina es la tercera causa más común de discapacidad y contribuye de forma importante al ausentismo laboral (García, et al., 2014), mientras que la prevalencia en nuestro país es desconocida (Munjin, Ilabaca & Rojas, 2007).

## Métodos de medición de TA y RA

Dado que el dolor lumbar tiene una gran repercusión socioeconómica, se han desarrollado diversos métodos de evaluación para lograr pesquisar su causa. Dentro de estos métodos se destacan 3: Resonancia Nuclear Magnética (RNM), Ultrasonido (US) y EMG. Se describe como ideal el uso de RNM para evaluar el grosor del músculo (Heidari, Farahbakhsh, Rostami, Noormohammadpour & Kordi, 2015; Hides & Stanton, 2012). Si la resonancia no

es posible por contraindicación, alto costo u otras dificultades, el US de frecuencias entre 5 a 12 MHz con un transductor lineal se puede usar con el mismo fin (Chon, et al., 2012; Gnat, Saulicz & Miadowicz, 2012; Heidari, et al., 2015; Kim, et al., 2013; Pulkovski, et al., 2012). Ambas mediciones anteriores valoran el cambio del grosor del músculo, e indirectamente se desprende de ahí la activación, junto con el trofismo. En cambio la EMG, ya sea de aguja (alambre fino) (Tsao, et al., 2008) o de superficie (Chon, et al., 2012; Puntumetakul, et al., 2013; Stanton & Kawchuk, 2008) mide la actividad eléctrica del músculo exclusivamente. La EMG de superficie se realiza aplicando electrodos sobre el vientre muscular, previa rasuración, abrasión cutánea con lija y limpieza con alcohol de la zona (Okubo, Kaneoka, Imai, Shiina, Tatsumura, Izumi, et al., 2010). En este tipo de medición se usa un electrodo de tierra que se ubica sobre eminencias óseas, como lo son la 12<sup>a</sup> costilla o la cresta iliaca (Puntumetakul, et al., 2013). Luego de ubicados los electrodos, se normaliza la medición de la actividad abdominal pidiendo una máxima contracción isométrica voluntaria (MCIV) del músculo. Para RA se realiza en posición supino con flexión de cadera y rodilla, y se aplica una resistencia manual bajo los hombros (Okubo, et al., 2010; Stanton & Kawchuk, 2008) o con una cincha bajo los brazos, mientras el paciente realiza flexión de tronco (Maeo, Takahashi, Takai & Kanehisa, 2013; Silva, et al., 2017). En cambio, para TA no está bien estudiado. Una opción es realizar la medición en posición sedente, y solicitar al paciente una maniobra de abdominal hollowing (AH) que consiste en dirigir el ombligo hacia la columna vertebral (Saliba, et al., 2010) con la mayor fuerza posible (Okubo, et al., 2010). Otra opción es en posición sedente con los pies apoyados en el suelo solicitar una maniobra de tos lo más audible que pueda (Hislop & Montgomery, 2007, p. 59 – 60).

Diversos autores han utilizado la EMG superficial como un método de medición de la actividad muscular abdominal profunda (Chon, et al., 2012; Lima, et al., 2012; Puntumetakul, et al., 2013; Stanton & Kawchuk, 2008). En el estudio de Chon et al., 2012, se utilizó EMG superficial para medir la amplitud de activación

de TA y tibial anterior, junto con US para medir el grosor de TA, previo y posterior a 2 semanas de entrenamiento de co-contracción de ADIM y dorsiflexores de tobillo, resultando en cambios del grosor de TA en un grupo de pacientes con dolor lumbar crónico y en el grupo control, asociado al control del dolor en los pacientes.

Puntumetakul et al. (2013) examinaron el efecto de un entrenamiento de 10 semanas de ejercicios de estabilización en 42 pacientes con inestabilidad lumbar comparado con un grupo control, mediante el uso de EMG superficial para medir la activación muscular ( $\mu\text{V}$ ) de TA, OI, RA, MF e iliocostal lumbar (ICLT), realizando ADIM, y midieron la relación de activación de músculos del abdomen (TA-OI/RA) con los de espalda (MF/ICLT). El grupo de entrenamiento mostró una mejora significativa en la relación TA-OI/RA en comparación con el grupo control, así mismo este grupo mostró una reducción significativa en su activación. La relación de activación MF/ICLT no fue significativa en el grupo de entrenamiento y mostró un deterioro en el grupo control. Los niveles de activación normalizados luego de 10 semanas mostraron un incremento para los músculos profundos como TA y MF, a la inversa de los músculos superficiales RA e ICLT.

Por su parte Lima et al. (2012), elaboraron un estudio con el fin de evaluar la validez de la unidad de biofeedback de presión. Para ello compararon la actividad del TA en 50 pacientes con dolor lumbar crónico con el uso de EMG superficial mediante maniobras de contracción voluntaria de dicho músculo. Utilizando electrodos colocados a 2 cm hacia medial de la EIAS en el lado derecho, midieron durante 30 segundos la actividad en reposo. Posteriormente realizaron el protocolo de MCIV (3 contracciones de 5 segundos, 3 segundos entre cada contracción, 3 repeticiones). Dentro de las medidas arrojaron un promedio de 127,1  $\mu\text{V}$  de MCIV, 2,3  $\mu\text{V}$  en reposo y 29,6  $\mu\text{V}$  de contracción mantenida del TA.

Rhee, Lee & Kim (2016), en su estudio que buscaba comparar la activación de musculatura de tronco entre fumadores y no fumadores al momento de toser, utilizaron EMG superficial para medir la amplitud en  $\mu\text{V}$  de TA, RA, OI y oblicuo externo (OE). La normalización la realizaron manteniendo una contracción máxima de estos músculos por 10 segundos y luego de 10 minutos de descanso se procedió a medir la activación de estos músculos durante una maniobra de tos. Con su estudio descubrieron que el porcentaje de contracción voluntaria de OI y TA de fumadores fue de 11,13% y la de no fumadores fue de 19,07%, lo cual es una diferencia significativa. En cambio, la musculatura superficial (RA) tenía mayor activación en fumadores que en no fumadores.

Todo esto demuestra que la EMG superficial es una herramienta utilizada ampliamente hasta el día de hoy para medir la actividad de los músculos de tronco, en particular, de TA y RA.

### Ejercicios de estabilización

La activación del TA se ve principalmente en ejercicios llamados puentes y ejercicios llamados AH o ADIM que son usados para su entrenamiento y tratamiento (Brumitt, et al., 2013), durante los cuales se ha evidenciado que hay un aumento tanto de actividad electromiográfica como de grosor del TA. Estos efectos podrían verse aumentados al incluir movimientos de ante y retroversión pélvica a los puentes (Zhou, Huang, Zheng, Huo & Maruyama, 2015). Estos ejercicios re-entrenan la activación voluntaria del TA mediante activaciones selectivas de baja intensidad (Pulkovski, et al., 2012). Los ejercicios más utilizados para obtener la activación, principalmente en el tratamiento de dolor lumbar son:

1. ADIM: Descrito como el mejor ejercicio para la activación del TA y es fundamental en programas de estabilización para el dolor lumbar. Se pide al paciente que, en posición decúbito supino con rodillas en flexión de  $90^\circ$  y cadera en semiflexión, pies en contacto con la superficie y ambos brazos

extendidos al lado del tronco, dirija su ombligo hacia la columna vertebral, realizando un movimiento hacia el interior de la pared abdominal baja (Saliba, et al., 2010), y manteniendo la contracción durante 10 segundos respirando a volumen corriente (Brumitt, et al., 2013).

2. Puente: Este ejercicio es realizado con el paciente en posición supina con la pelvis elevada en relación a la superficie y el tronco alineado con los muslos, la articulación de la rodilla en flexión de 90°, con ambos brazos al lado del tronco y palmas hacia abajo (Lehman, Joda & Oliver, 2005; Vera-García, Barbado & Moya, 2014; Zhou et al., 2015)

Sabiendo lo anterior, además del hecho que la musculatura estabilizadora de columna lumbar, incluyendo al TA, tiende a la atrofia cuando no se le entrena de forma específica (Hides & Stanton, 2012) o ante casos en los que ya se presente dolor lumbar crónico (Kim, et al., 2013) es que se hace necesario determinar de forma óptima un conjunto de ejercicios que permitan potenciar la actividad de esta musculatura, y no la de la musculatura más superficial, ya que estos no cumplen la función de estabilizar la columna lumbar, ni de prevenir condiciones tan comunes como el dolor lumbar u otras (Stokes, et al., 2011).

### Pregunta de investigación

La sinergia entre TA y RA ha sido poco estudiada. Se ha observado que existe un balance entre ambos músculos que se ve afectado en estadios de dolor lumbar en el cual la inhibición de TA y la sobreactivación del RA conllevan a un círculo vicioso de inestabilidad en la columna lumbar. Poblaciones que presentan mayor riesgo de padecer esta condición son las mujeres tanto sedentarias como activas. Por lo tanto, determinar una relación entre TA y RA en ejercicios de estabilización en las dos poblaciones mencionadas, y encontrar el que tenga la mayor relación, es fundamental para en un futuro lograr prevenir y/o tratar el dolor lumbar. Lo que nos lleva a formular la siguiente pregunta: ¿Existen diferencias significativas en la relación TA/RA al comparar los 5 ejercicios de estabilización entre mujeres sedentarias y activas?

## Objetivo General

Determinar cuál de los 5 ejercicios seleccionados de estabilización es el que presenta una mayor relación TA/RA y si existen diferencias significativas entre un grupo de sedentarias y seleccionadas de futbolito.

## Objetivos específicos

1. Determinar mediante el uso de EMG de superficie el peak de activación de TA en ambos grupos de mujeres estudiantes de la Universidad Finis Terrae durante cada ejercicio.
2. Determinar mediante el uso de EMG de superficie el peak de activación de RA en ambos grupos de mujeres estudiantes de la Universidad Finis Terrae durante cada ejercicio.
3. Determinar relación TA/RA para cada sujeto de ambos grupos de mujeres estudiantes de la Universidad Finis Terrae posterior a la medición.
4. Comparar entre cada ejercicio la relación TA/RA de cada grupo.

### Hipótesis de trabajo

Existen diferencias significativas en la relación TA/RA entre los 5 ejercicios de estabilización lumbopélvica estudiados entre ambos grupos.

### Hipótesis nula

No existen diferencias significativas en la relación TA/RA entre los 5 ejercicios de estabilización lumbopélvica estudiados entre ambos grupos.

## MATERIALES Y MÉTODO

### Diseño de investigación

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo y alcance correlacional. El diseño tiene una finalidad analítico-descriptiva, temporalidad transversal, asignación observacional y cronología prospectiva.

### Universo y tipo de muestreo

El universo corresponde a las mujeres de la ciudad de Santiago. La población está conformada por mujeres de edad entre 18 y 30 años con un IMC menor a 29,9, estudiantes de la Universidad Finis Terrae. El tipo de muestreo es no probabilístico, por conveniencia, de sujetos tipo.

### Tamaño de la muestra

La muestra consistió en 2 grupos, uno conformado por 9 mujeres seleccionadas del equipo de futbolito de la Universidad Finis Terrae (grupo activas), y otro compuesto por 14 mujeres sedentarias de dicha universidad (grupo sedentarias).

### Criterios de inclusión

- Sexo femenino.
- Edad entre 18 y 30 años.
- IMC entre 18 y 29,9.
- Estudiantes de la Universidad Finis Terrae.

- Nivel de actividad física
  - Sedentarias: nivel bajo según IPAQ (Anexo 3).
  - Activas: seleccionadas de futbolito UFT con antigüedad  $\geq 6$  meses en el equipo y que tengan nivel moderado a alto según IPAQ (Anexo 3).

### Criterios de exclusión

- Presencia de dolor lumbar al momento de la evaluación.
- Lesión o cirugía en musculatura abdominal dentro de los 12 meses previos.

### Metodología de obtención de datos

El reclutamiento de la muestra se llevó a cabo durante el mes de noviembre. Para el grupo de las activas se contactó a las jugadoras del equipo personalmente durante uno de los entrenamientos, invitándolas a participar del estudio. Se registraron sus correos para el envío de información a las interesadas. Además, se solicitó información acerca de la asistencia a entrenamientos y partidos durante los últimos 12 meses, de modo de seleccionar aquellas con una antigüedad en el equipo de al menos 6 meses. Las participantes del grupo sedentarias fueron contactadas personalmente por los alumnos tesistas en este mismo período, mediante panfletos informativos repartidos en los edificios de la casa central.

Las mediciones fueron realizadas durante 3 semanas en el mes de diciembre en el Gimnasio de Kinesiología de la Universidad Finis Terrae, edificio Amberes Sur (B), segundo piso, ubicado en Av. Pedro de Valdivia 1509, en la comuna de Providencia. Cada participante, independiente del grupo, fue citada individualmente para un día de medición vía e-mail (tesispregradouft@gmail.com) donde se especificó fecha, hora, y se envió un PowerPoint educativo (Anexo 2)

que explicaba lo que se realizaría. Se contó con la presencia del profesor guía además de los alumnos tesistas.

Cada sesión de medición tuvo una duración de 1 hora y constó de cuatro etapas: ingreso, educación, normalización, y medición. La primera etapa consistió en la entrega del consentimiento informado y posteriormente se completaron los datos de la participante en una ficha clínica (Anexo 3) con lo siguiente: antecedentes personales, antecedentes mórbidos, antecedentes antropométricos y nivel de actividad física según el cuestionario internacional de actividad física (IPAQ) (Serón, Muñoz & Lanás, 2010). Todos estos datos fueron guardados confidencialmente en una carpeta dentro de un contenedor con llave al cual solamente tenían acceso los investigadores. En la segunda etapa de educación, con apoyo de un PowerPoint educativo, se le explicó a cada participante la realización de los 5 ejercicios seleccionados para este estudio:

- ADIM (Ejercicio 1): decúbito supino en la camilla, con las rodillas flectadas y los pies apoyados, se dio la instrucción de respirar normalmente y al momento de botar el aire disminuir la circunferencia de su abdomen dirigiendo el ombligo hacia la columna.
- ADIM presionando un balón suizo (Ejercicio 2): en la misma posición inicial que en el ejercicio anterior, esta vez un balón se encuentra apoyado en las rodillas, el que debe presionar con las palmas de las manos en dirección hacia los muslos, manteniendo los codos extendidos.
- ADIM con extensión de rodilla dominante (Ejercicio 3): en supino con las rodillas flectadas y los pies apoyados, debe extender la rodilla mientras realiza un ADIM.
- Puente supino neutro (Ejercicio 4): debe mantener ADIM mientras eleva la pelvis de la camilla quedando alineado el tronco con los muslos.
- ADIM en cuatro apoyos (Ejercicio 5): sobre la camilla ubicada en apoyo de manos y rodillas debe realizar un ADIM.

Los ejercicios fueron practicados en una camilla, dándoles feedback verbal y táctil respecto de la activación de TA específicamente. Se realizó 1 repetición de cada ejercicio, con una mantención de 5 segundos y descanso de 10 segundos entre cada ejercicio. Los evaluadores supervisaron la ejecución de cada uno de ellos, y se entregaron correcciones cuando fue necesario.

La tercera etapa consistió en la normalización. Para esta medición electromiográfica se utilizó el equipo de EMG Trigno™ Delsys®, que cuenta con 16 sensores de barras paralelas de un ancho de banda de señal de 20 a 450 Hz y un ruido basal electromiográfico <750 nV. Se utilizaron 2 sensores para TA y RA reforzados con interfases adhesivas, para lo que se preparó la piel para su instalación, rasurando la zona, seguido de una suave abrasión con lija y posterior higiene con alcohol (Okubo, et al., 2010), para inmediatamente adherir los sensores. El sensor de TA se ubicó 20 mm a medial e inferior de la EIAS (Chon, et al, 2012; Konrad, 2006, p.20) derecha, mientras que el sensor de RA se posicionó 2 cm a derecha del ombligo (Beales, O'Sullivan & Briffa, 2008; Konrad, 2006, p.20). Se realizó el protocolo de máxima contracción isométrica voluntaria de cada músculo. Para TA se solicitó una maniobra de tos, indicándole a la participante que fuese lo más audible que pudiera (Hislop & Montgomery, 2007, p. 59 – 60). Luego de un descanso de 2 minutos, se continuó con la normalización de RA, para el cual se solicitó una flexión de tronco mantenida por 3 segundos, en posición supino con brazos cruzados y manos en los hombros, flexión de caderas y rodillas, contra resistencia de una cincha bajo los brazos sujetando la parrilla costal a la camilla (Okubo, et al., 2010; Stanton & Kawchuk, 2008). Estos valores fueron registrados en el software EMGworks Acquisition, propio del equipo, en un computador Windows XP. Cuando se encontraron ruidos en la señal fue necesario tomar otra medición.

Luego de 10 minutos de descanso se procedió a la cuarta etapa de medición en donde la participante debía realizar los 5 ejercicios mencionados

anteriormente. Se realizaron 3 repeticiones de cada ejercicio con una mantención de 5 segundos, un descanso de 10 segundos entre cada repetición y un descanso de 2 minutos entre cada ejercicio. Durante la realización del ejercicio se otorgó feedback verbal y visual (monitor) a cada participante para la activación de TA.

El equipo de EMG Trigno™ Delsys® midió la amplitud de contracción muscular ( $\mu\text{V}$ ) en relación al tiempo (s), por cada repetición. Para la extracción de los datos se utilizó el software EMGworks Analysis y en un documento Excel se registraron las intensidades máximas normalizadas de TA y de RA estableciendo una relación entre ambos denominada relación TA/RA por cada repetición de cada ejercicio. De las 3 repeticiones se consideró la de relación TA/RA más alta y estos valores fueron traspasados a una base de datos Excel para su análisis, indicando participante (activa o sedentaria), edad (años), talla (m), peso (kg) e IMC. Todos los documentos digitales de cada participante fueron protegidos en una carpeta con clave.

### Variables del estudio

1. Variables independientes
  - a. Ejercicio de estabilización: variable de tipo cualitativa nominal. Se define como un ejercicio que active la musculatura estabilizadora lumbopélvica y para este estudio corresponden a: ADIM, ADIM presionando un balón suizo, ADIM con extensión de rodilla dominante, puente supino neutro y ADIM en cuatro apoyos, enseñados y corregidos por los evaluadores.
  - b. Nivel de actividad física: variable independiente de tipo cualitativa ordinal. Se define como la cantidad de minutos de actividad física realizados a la semana y se clasifica en bajo, moderado o alto, medido según IPAQ.

## 2. Variables dependientes

- a. Relación TA/RA: variable de tipo cuantitativa continua. Se define como el cociente entre el máximo registro de amplitud electromiográfica normalizada de TA sobre RA durante la realización de cada ejercicio. Sus dimensiones son las relaciones TA/RA más altas por cada repetición de cada ejercicio registrada de forma simultánea. Se mide con el equipo de EMG Trigno<sup>TM</sup> Delsys<sup>®</sup>.

## 3. Variables desconcertantes

- a. Conocimiento previo del ejercicio: en el caso de que una participante supiera cómo realizar el ejercicio antes de nuestro estudio, podría tener una mayor activación de TA en comparación a una participante que no conociera el ejercicio y solo se le enseñó previo a la medición.
- b. Ruidos en la medición: Definido como cualquier actividad eléctrica registrada, que no sea generada por activación muscular. Estos se pueden encontrar en una participante según tejido adiposo abdominal o roce de la ropa con el electrodo adherido a la piel, alterando las mediciones electromiográficas.
- c. Músculo medido: se cuestiona si la medición de TA es pura, ya que es EMG de superficie, y éste músculo está en un plano profundo junto con fibras del músculo oblicuo interno. Para una medición más limpia se dispone el electrodo en la misma dirección de las fibras musculares de TA y se realizan ejercicios específicos para este músculo, sin rotaciones de tronco.
- d. Feedback: el feedback usado posee una gran variabilidad, pudiendo alterar su efecto en el entorno o características propias de las participantes.
- e. Dolor previo: El padecimiento previo de dolor lumbar, incluso si no está presente durante el momento de la medición, puede provocar

una inhibición del TA, generando posibles resultados alterados.

### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de este estudio se utilizó el software Graphpad Prism 7.00. La normalidad de los datos fue determinada con el test Shapiro Wilk el cual arrojó que los datos para edad de ambos grupos y datos electromiográficos eran normales. Para describir la muestra se compararon los promedios de las edades usando el test U Mann-Whitney, mientras que los promedios de talla, peso e IMC en ambos grupos se compararon a través de un t-test no pareado.

Se realizó ANOVA de dos vías para comparar las diferencias en la relación TA/RA, amplitudes electromiográficas de TA y de RA entre ambos grupos y por cada ejercicio. Posteriormente se utilizó el test Kruskal-Wallis para comparar las relaciones TA/RA juntando ambos grupos, como también las amplitudes electromiográficas normalizadas de TA y de RA. Aquellos resultados que dieran un valor  $p < 0,05$  se consideraron estadísticamente con diferencias significativas.

## RESULTADOS

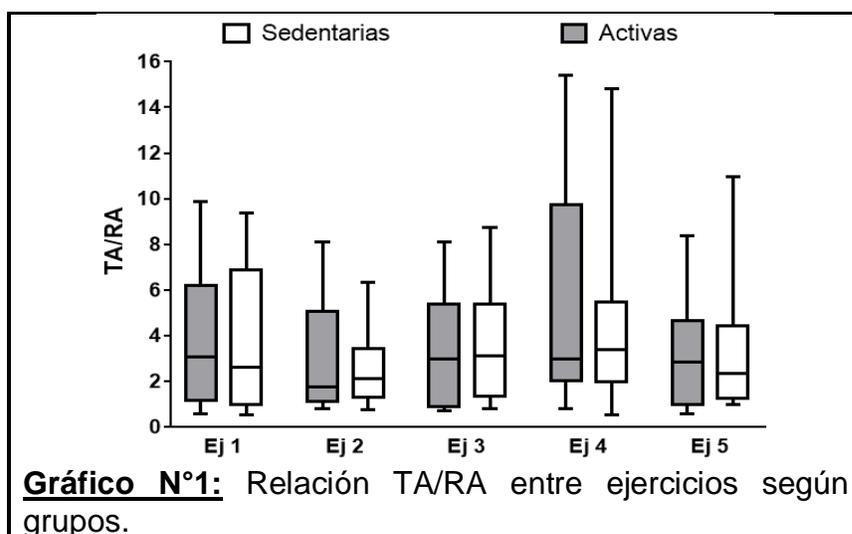
Los resultados del análisis de las variables descriptivas que caracterizan la muestra de este estudio según la edad, talla, peso e IMC en ambos grupos se representan en la Tabla N°1, donde la edad promedio, junto con su desviación estándar del grupo de sedentarias es de  $24 \pm 2,5$  años y el de las activas de  $23 \pm 1,8$  años, presentando estos un valor  $p > 0,05$ . Por otro lado, la talla del grupo de sedentarias es de  $160 \pm 4,4$  cm, mientras que de las activas es de  $160 \pm 6,2$  cm, con un valor p de 0,819. El peso del grupo de las sedentarias es de  $56 \pm 5,1$  Kg y el de las activas es de  $63 \pm 9,6$  Kg, teniendo un valor p de 0,036. El IMC del grupo de las sedentarias es de  $22 \pm 2,2$  Kg/m<sup>2</sup> y el de las activas  $25 \pm 3,8$  Kg/m<sup>2</sup>, con un valor p de 0,053. Esto demuestra que ambos grupos son similares en sus características, excepto por el peso, el cual resultó en una diferencia estadísticamente significativa.

**Tabla N°1:** Comparación de variables descriptivas entre ambos grupos.

	Edad (años)			Talla (cm)		
	Sedentarias	Activas	p	Sedentarias	Activas	p
<b>Promedio</b>	24	23	<b>0,936</b>	160	160	<b>0,819</b>
<b>DE</b>	2,5	1,8		4,4	6,2	
<b>n</b>	14	9		14	9	
	Peso (Kg)			IMC (Kg/m <sup>2</sup> )		
	Sedentarias	Activas	p	Sedentarias	Activas	P
<b>Promedio</b>	56	63	<b>0,036*</b>	22	25	<b>0,053</b>
<b>DE</b>	5,1	9,6		2,2	3,8	
<b>n</b>	14	9		14	9	

\* Estadísticamente significativo.

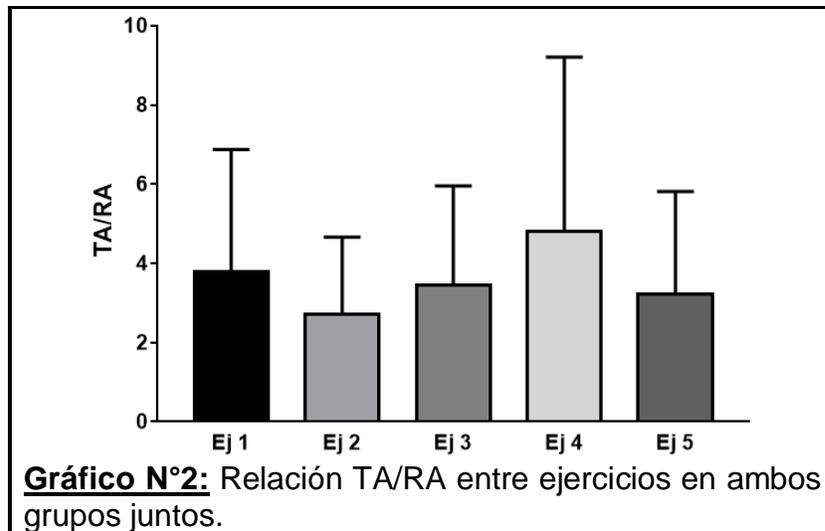
Los resultados de la relación TA/RA, para los Ejercicios 1 al 5, expresados en forma de mediana, máximo y mínimo, comparando entre sedentarias y activas, se adjuntan en el Gráfico N°1.



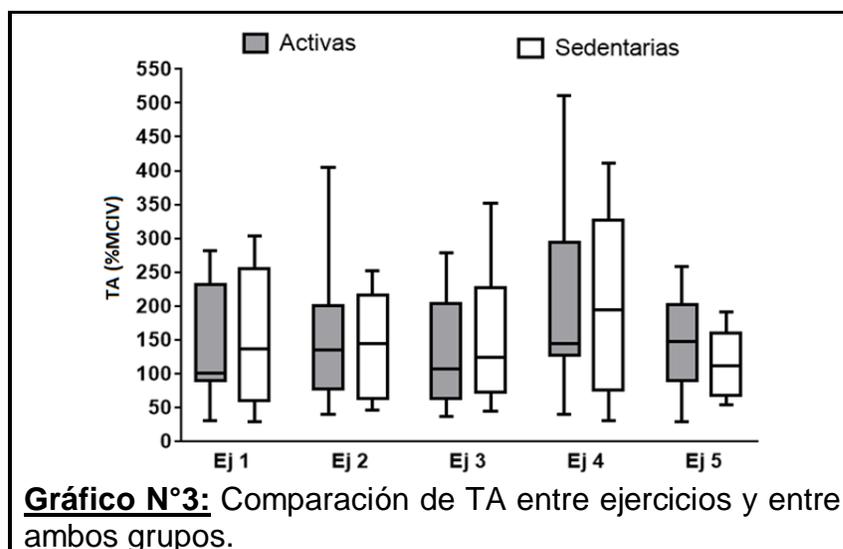
Respecto a esta relación TA/RA, el resultado máximo (14,81) se obtuvo en el Ejercicio 4, el mínimo (0,52) en el Ejercicio 1, la mayor mediana (3,38) en el Ejercicio 4 y la menor mediana (2,12) en el Ejercicio 2 en el grupo de las sedentarias. En el grupo de las activas, el resultado máximo (15,42) se obtuvo en el Ejercicio 4, el mínimo (0,58) en el Ejercicio 5, la mayor mediana (3,08) en el Ejercicio 1 y la menor mediana (1,76) en el Ejercicio 2. El Ejercicio 4 presenta el resultado máximo más alto y el Ejercicio 2 presenta la mediana más baja en ambos grupos. El Ejercicio 3 logra una relación TA/RA casi idénticas entre ambos grupos (3,09 en sedentarias y 2,98 en activas). Sin embargo, ninguno de estos resultados logra diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) al comparar entre grupo, ejercicio o interacción.

El Gráfico N°2 representa la relación TA/RA para ambos grupos, expresada en promedios y sus respectivas desviaciones estándar, donde no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). En promedio el Ejercicio 4 es el

que presenta mayor relación TA/RA al unir ambos grupos ( $4,8 \pm 4,4$ ), mientras que el Ejercicio 2 presenta la menor relación TA/RA ( $2,7 \pm 1,9$ ).

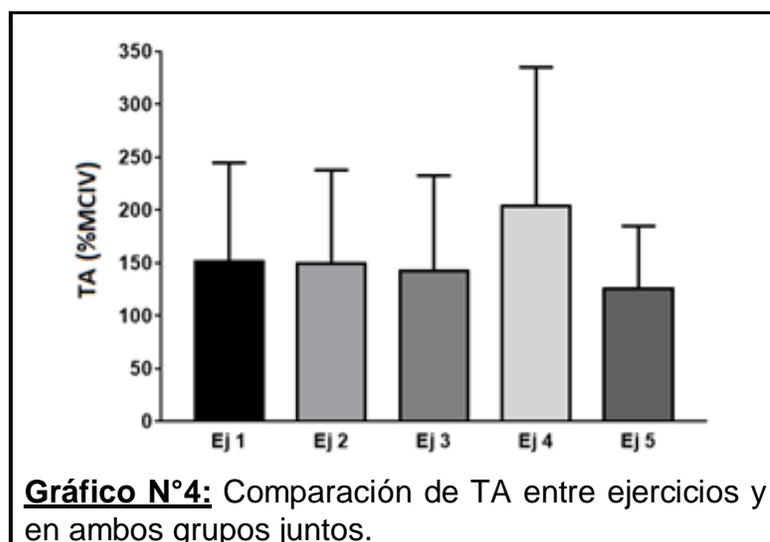


Una vez analizados los resultados de la relación TA/RA se procedió a observar las amplitudes electromiográficas normalizadas de cada músculo de forma independiente. En el Gráfico N°3 se muestran las amplitudes electromiográficas normalizadas de TA en ambos grupos por cada ejercicio expresadas en porcentaje de su MCIV.

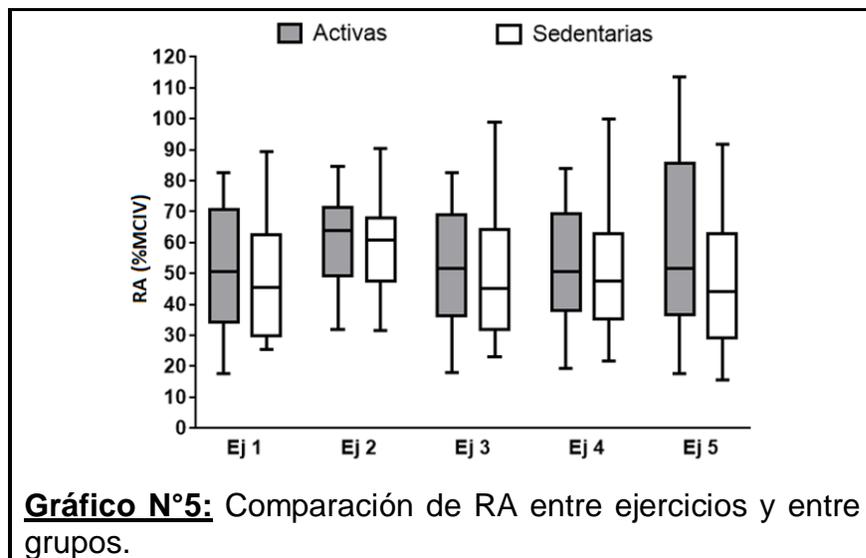


En el grupo de las sedentarias, el resultado máximo (411,41%) se registró en el Ejercicio 4, el mínimo (29,45%) en el Ejercicio 1, la mayor mediana (193,78%) en el Ejercicio 4, y la menor mediana (111,52%) en el Ejercicio 5. En el grupo de las activas, el resultado máximo (511,54%) se registró en el Ejercicio 4, el mínimo (29,44%) en el Ejercicio 5, la mayor mediana (147,25%) en el Ejercicio 5, y la menor mediana (100,54%) en el Ejercicio 1. Ambos grupos coinciden en presentar su resultado máximo en el Ejercicio 4. No obstante, ninguno de estos resultados logra diferencias significativas, ni para grupo, ejercicio o interacción, presentando todos un valor  $p > 0,05$ .

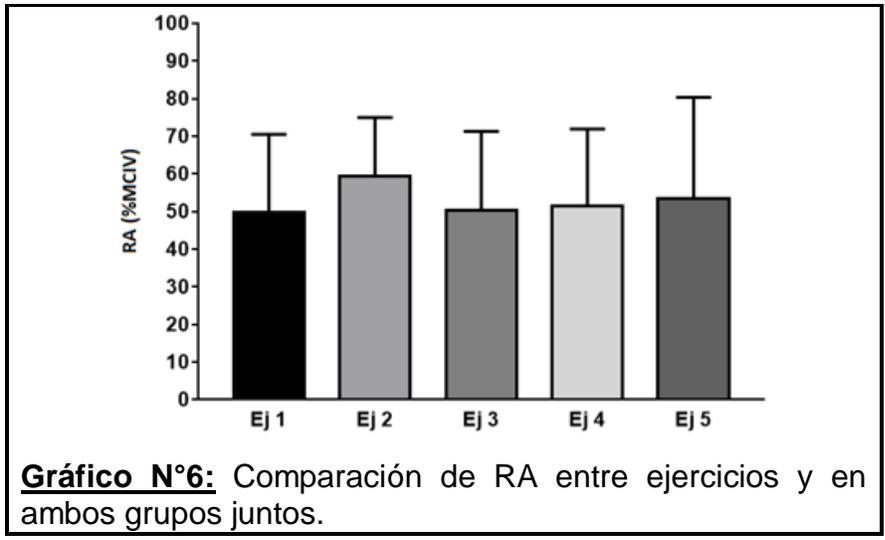
El Gráfico N°4 representa la amplitud electromiográfica normalizada de TA para ambos grupos, expresada en promedios y sus respectivas desviaciones estándar, donde no se presentaron diferencias significativas. En promedio el Ejercicio 4 es el que presenta mayor amplitud electromiográfica de TA al unir ambos grupos ( $203 \pm 132$ ), mientras que el Ejercicio 5 presenta el menor valor de TA ( $126 \pm 59$ ).



En el Gráfico N°5 se representan los datos de las amplitudes electromiográficas normalizadas de RA por grupo y para cada ejercicio. En el grupo de las sedentarias, el resultado máximo obtenido de RA (99,76%) fue obtenido en el Ejercicio 4, el mínimo (15,51%) en el Ejercicio 5, la mayor mediana (60,75%) en el Ejercicio 2, y la menor mediana (44,13%) en el Ejercicio 5. En cambio, en el grupo de las activas, el máximo (113,57%) fue obtenido en el Ejercicio 5, el mínimo (17,54%) en el Ejercicio 1, la mayor mediana (63,83%) en el Ejercicio 5, y la menor mediana (50,61%) en el Ejercicio 1.



El Gráfico N°6 representa la amplitud electromiográfica normalizada de RA para ambos grupos, expresada en promedios y sus respectivas desviaciones estándar, donde no se presentaron diferencias significativas. En promedio el Ejercicio 2 es el que presenta mayor amplitud electromiográfica de RA al unir ambos grupos ( $59 \pm 16$ ), mientras que los Ejercicios 1 y 3 presentan el menor valor de RA ( $50 \pm 21$ ).



## DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio era comparar los valores de la relación TA/RA durante seleccionados ejercicios en dos grupos de participantes, sedentarias y activas físicamente para determinar qué ejercicios activarían más el TA mientras que minimizan la activación del RA, basado en el hecho de que ambos músculos forman parte de una sinergia, en la cual la actividad de un músculo superficial, en este caso, el RA, disminuye la actividad del más profundo, es decir, al TA (Hides & Stanton, 2012; Stanton & Kawkchuk, 2008), debido a un remapeo anormal de la representación interna de la musculatura de tronco (Tsao, et al., 2008).

El resultado del ANOVA de dos vías demostró que no existen diferencias significativas en la amplitud electromiográfica normalizada de TA o de RA o en la relación TA/RA entre ninguno de los 5 ejercicios estudiados, ni entre grupos, ni al evaluar a todas las participantes como un solo grupo. La mayoría de los ejercicios evaluados activaban preferencialmente la musculatura estabilizadora profunda de TA mientras limitan el reclutamiento del RA. Estos ejercicios incluyen ADIM, ADIM presionando un balón suizo, ADIM con extensión de rodilla dominante, puente supino y ADIM en 4 apoyos. Todos estos ejercicios produjeron una activación mayor del 100% de la amplitud electromiográfica normalizada para la musculatura de TA comparado con RA, la cual logró activación de un 60%. El hecho de que la activación de TA fueran valores mayores a 100% indicaría que la maniobra utilizada para normalizar este músculo según Rhee et al. (2016) no sería la óptima. Dentro de las 2 maniobras encontradas en la literatura, ADIM en sedentes (Okubo, et al., 2010) y tos en sedente (Hislop & Montgomery, 2007, p. 59 – 60; Rhee, et al., 2016), la segunda fue la que, durante nuestro estudio, logró

valores mayores, pero aun así, no representaban a la totalidad de la amplitud electromiográfica del TA, por tanto se necesitan más investigaciones al respecto.

A pesar de que los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos, igualmente se presentaron diferencias entre ejercicios. El ejercicio puente supino neutro es el que logra mayor relación de amplitud electromiográfica normalizada de TA/RA, lo que coincide con una mayor amplitud electromiográfica normalizada de TA y una baja amplitud electromiográfica normalizada de RA, en comparación con los otros 4 ejercicios una vez analizados ambos grupos. En el estudio de Cho (2015), se comparó a 30 sujetos repartidos en dos grupos, uno que realizaba ejercicios de puente en superficie estable y otro que realizaba puente en superficie inestable, previa realización de ADIM. Después de 6 semanas midieron mediante el uso de US los cambios en el grosor del TA y OI, demostrando variaciones significativas para la activación de TA en superficie estable, y mayor aún en superficies inestables para TA y OI. Esta mayor demanda de activación de TA y OI aumenta en la medida que progresa la dificultad del ejercicio. Tal como estudió García-Vaquero et al. (2012) durante los ejercicios de puente los músculos que se activan en mayor medida son aquellos que contrarrestan la gravedad, de modo que la contribución de cada uno varía para mantener la postura y la estabilidad según la posición del cuerpo (puente supino, prono o lateral), es por esto que en el ejercicio puente supino se activan preferentemente los músculos EE y MF. Por su parte, Stevens et al. (2006) al medir el ejercicio puente supino extendiendo una pierna aumenta también significativamente la activación del OI ipsilateral y de OE contralateral, este aumento de activación de musculatura rotatoria es con el objetivo de mantener la pelvis y columna en posición neutra. Similares resultados se encontraron en el estudio de Vera-García et al. (2014), en el cual se realizó una comparación entre variaciones de puentes en prono, puentes laterales y puentes supinos con diferentes superficies, donde se midió con EMG superficial los músculos oblicuos, EE y RA y se normalizó la actividad del RA mediante la maniobra de flexión de

tronco logrando su MCIV contra resistencia. Los EE se activaron en mayor medida en puente supino en sus distintas variaciones respecto a los otros músculos medidos, logrando entre 11,72 y 16,02% de MCIV. En contraste, la menor medición de RA, al comparar todos los ejercicios, alcanzó bajos niveles de activación, con un 1,14% de la MCIV durante el puente supino, en comparación con el puente en prono con extensión de codos, ejercicio en el cual se logró la mayor activación, resultando en un 43,94% de MCIV. La explicación de por qué el puente activaría en menor manera al músculo RA se podría deber al fenómeno de inhibición recíproca, ya que, como se vio en los estudios de García-Vaquero et al. (2012) y Vera-García et al. (2014) este ejercicio activa de mayor manera a los EE, y al ser éstos los principales extensores de columna (Silva, et al., 2017), se inhibiría la activación de flexores de tronco, como lo es el RA (Hindle, Whitcomb, Briggs & Hong, 2012). Por lo tanto, en nuestro estudio, esta mayor relación TA/RA en el Ejercicio 4 puede explicarse debido a un mayor requerimiento de activación de TA para lograr la estabilidad lumbopélvica y mantención de la postura, en conjunto con una inhibición recíproca entre RA y EE, lo que disminuye la actividad de RA.

Por otra parte, el Ejercicio 2, ADIM presionando un balón, es el que logra menor relación TA/RA en el grupo de activas y sedentarias. La explicación de esto puede hallarse en el hecho de que la mayor activación de RA en ambos se presentó durante este ejercicio. Este resultado coincide con el estudio de Tarnanen et al. (2008), en el cual se encontró la mayor activación de musculatura abdominal, principalmente RA, durante la realización de una extensión isométrica relativa de hombros bilateral, contra resistencia, a partir de una flexión previa similar a la realizada por el balón durante nuestro estudio. Una explicación para esta mayor activación de RA, es que las participantes hayan realizado un abdominal bracing (AB) (Maeo, et al., 2013) en lugar de un AH debido a que ambos corresponden a ejercicios de estabilización, sin embargo, son opuestos ya que AB consiste en la máxima activación de los músculos abdominales sin hundir

el abdomen. Como se vio en el estudio de Koh et al. (2014) en el que compararon dos grupos de mujeres, el primero (n=15) realizó AH y el segundo (n=15) realizó AB, con una rutina de 20 repeticiones, mantención de 15 segundos, 3 veces por semana, y midieron el área de sección transversal con tomografía computarizada de TA, RA y oblicuos. Luego de 6 semanas se mostraron diferencias significativas en el área de sección transversal para TA en el grupo que realizó AH, mientras que el grupo que realizó AB mostró diferencias significativas para RA y oblicuos. Esto sugiere que dentro de los ejercicios de estabilización, el AB causa una mayor contracción de todos los músculos abdominales de tronco, y que el AH es más específico para lograr la contracción de TA. De lo anteriormente dicho se puede inferir que posiblemente el Ejercicio 2 no es adecuado para implementar en un entrenamiento que requiera estabilización lumbopélvica, específicamente para lograr la activación de TA, sin embargo, se requieren más estudios al respecto.

En nuestro estudio, el Ejercicio 5, no significó una relación TA/RA destacable en cada grupo. Ambos obtuvieron medianas similares, las sedentarias obtuvieron una mediana de 2,36 y las activas de 2,84 en la relación TA/RA. Un aspecto que resulta interesante es la capacidad de aislar la contracción de la musculatura profunda de la superficial. Tal como se observó en el estudio de Beith, Synnott & Newman (2001), en que compararon la realización de AH, en prono como en 4 apoyos, en 20 sujetos sanos, encontraron que la actividad de TA junto con OI fue significativamente mayor comparado con OE en 4 apoyos, sin embargo, solo el 50% de la muestra fueron capaces de aislar al OI del OE, incluso aunque el investigador verificara que el ejercicio se realizara correctamente mediante observación, palpación y corrección. Un factor que puede contribuir a una mayor activación de TA y OI en 4 apoyos es la elongación de los músculos abdominales, especialmente de TA y OI, dado que aumenta el feedback de los receptores de estiramiento aumentando la excitabilidad de la motoneurona.

Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre sedentarias y activas en cuanto a su activación de TA, de RA o a su relación TA/RA. Esto podría deberse a que los ejercicios de estabilización lumbopélvica son específicos para la activación de la musculatura que cumple esta función, mientras que el futbolito, que es el tipo de actividad física realizada por el grupo de participantes activas en este estudio, no tiene este entrenamiento por lo que la amplitud electromiográfica normalizada de los músculos evaluados, es similar entre grupos (Hawley, 2008). En el estudio de Moon, Hong, Kim & Shin (2015) se comparó un grupo de instructores experimentados de pilates, con un grupo de instructores experimentados en ejercicios de resistencia y un grupo control durante la realización de ejercicios de estabilización (ADIM, puente supino, *crunch* y elevación de una pierna en supino), no encontrándose diferencias significativas en los resultados electromiográficos para RA y OE. Sin embargo, se evidenció una diferencia significativa en el grosor de TA y OI para el grupo de instructores de pilates, mientras que el grupo de instructores de ejercicios de resistencia sólo mostró un grosor de OI mayor que el grupo control. De esta forma, la actividad de RA y OE no dependía de la experiencia al realizar el ejercicio, obteniéndose resultados similares electromiográficos entre los grupos. Por esto podría ser que las participantes de nuestro estudio no presentaron diferencias significativas, al ser, en este contexto, similares al grupo control del estudio de Moon et al. (2015) y no demostraron mayor activación de TA, lo que resultó en similares relaciones TA/RA.

Todos estos resultados se podrían haber visto modificados por variables desconcertantes en las mediciones realizadas. Una de ellas es el uso de feedback visual mediante la explicación del gráfico obtenido de su actividad electromiográfica después del ejercicio, junto con feedback auditivo, en forma de estímulo verbal enérgico durante la ejecución de los ejercicios. Según un estudio respecto al uso de distintas modalidades de feedback durante el desempeño de ejercicios de estabilización lumbopélvica y su efecto después del ejercicio en

pacientes con dolor lumbar crónico, el uso de feedback visual (en el caso de este estudio mencionado, US abdominal) junto con auditivo (señales auditivas respecto a la respiración y mantención de la contracción muscular) y táctil demostró ser significativamente más efectivo que realizar los ejercicios sin feedback para incrementar la activación preferencial de TA y MF luego de una sola sesión de estos ejercicios (Partner, et al., 2014). La implementación de estas modalidades de feedback trae consigo problemas ya que poseen gran variabilidad, pudiendo alterar su efecto según el entorno, características propias de las participantes, o del evaluador. Aun así, el mecanismo interno neurofisiológico y neuropsicológico mediante el cual el feedback adecuado puede alterar las propiedades corporales de generar fuerza o activación muscular es desconocido hasta la actualidad, por lo que se dificulta su control y se hace necesario investigar más al respecto (Lauber & Keller, 2012).

Además del feedback encontramos la precisión en la medición electromiográfica de TA. Diversos autores (Beith, et al., 2001; Marshall & Murphy, 2003) cuestionan la utilización de EMG superficial para su medición debido a que el TA es un músculo profundo del cuerpo. Además, respecto a la ubicación del sensor precisamente en el punto medial y caudal a la EIAS se cree que las fibras de OI y de TA correrían paralelas entre sí y con una orientación similar, siendo el OI más superficial, lo que además implicaría que ambos músculos actúan de igual forma, comprimiendo la pared abdominal inferior y generando estabilización. Sin embargo, la dirección de OI también afecta la columna dado que su contracción crea una fuerza de tensión en la fascia toracolumbar que crea estabilización rotacional y traslacional intrínseca (Pirouzi, Emami, Taghizadeh & Ghanbari, 2013) provocando una posible sumación de las amplitudes electromiográficas. Sin embargo, nuestro estudio solamente incluye ejercicios de estabilización sin rotaciones por lo que se disminuye la actividad del OI.

Una de las limitaciones de nuestro estudio fue la falta de disponibilidad del equipo de EMG Trigno™ Delsys® lo cual aplazó el inicio de nuestras mediciones a Diciembre de 2016, en lugar de iniciar en Agosto del mismo año. Por esta razón también se vio dificultado el reclutamiento de las participantes del estudio, al tener que comprimir todas las mediciones en un limitado número de días, reduciendo el tamaño de la muestra y aumentando la probabilidad de error aleatorio, lo que resultó en una mayor heterogeneidad de ésta.

Otra de las limitaciones en la medición electromiográfica de superficie fue que el instrumento utilizado no es el *gold standard* para la medición de TA, lo que pudo haber afectado los resultados, a pesar de que la RNM o US se encontraban fuera del alcance de este tipo de investigación, y la EMG de superficie es descrita como viable para estas mediciones. Por último, el poco tiempo de educación previo en proporción a lo requerido para lograr un aprendizaje completo de ellos pudo afectar la realización del ADIM por parte de las participantes, sobre todo en aquellas que no tenían conocimiento previo de este tipo de ejercicios.

En estudios futuros de esta área, se deberá analizar el comportamiento y utilidad de la relación TA/RA con un tamaño mayor de muestra como también en distintas poblaciones, por ejemplo, realizar una comparación entre ambos sexos, con distintos grupos etarios y diversos IMC. Otro análisis se podría efectuar en sujetos que realicen distintos niveles de actividad física, así como distintos deportes. De esta forma se podrá determinar un valor de normalidad para la relación TA/RA el cual sería utilizable en la elección de ejercicios que demanden la musculatura estabilizadora. Una vez conocido el comportamiento de la relación TA/RA en sujetos sanos, se abre una nueva línea de investigación la cual se debería realizar en sujetos con condiciones particulares que alteran la estabilidad lumbopélvica, como embarazo, dolor lumbar, cirugías abdominales, alteraciones de piso pélvico y lesiones de columna.

Las características del ejercicio a evaluar como la superficie en que se realice (estable o inestable) o la complejidad del ejercicio, también podrían ser modificadas para lograr analizar la relación TA/RA. Diversas corrientes de ejercicios de estabilidad lumbopélvica pueden ser comparados con ejercicios asociados a actividades funcionales y a ejercicios de fortalecimiento de musculatura estabilizadora. La ejecución de estos posibles estudios mencionados sería potenciada con la utilización de EMG de aguja para una mejor precisión en la medición de músculos profundos y así aislar la señal de TA y compararlo con otros músculos estabilizadores (MF, EE, ICLT, OI, OE). Utilizar un feedback verbal estandarizado disminuiría la variabilidad de los resultados. Todo esto con el fin de lograr un entendimiento mayor de este índice, poder generalizar los resultados y usar la relación TA/RA, junto con la amplitud electromiográfica normalizada de TA, y así elegir cuáles ejercicios serían óptimos a modo preventivo y terapéutico cuando el objetivo sea lograr mayor estabilidad de la zona lumbar y pélvica.

## **CONCLUSIÓN**

De acuerdo con los resultados de nuestro estudio, se acepta la hipótesis nula planteada “no se presentarán diferencias significativas en la relación TA/RA entre los 5 ejercicios de estabilización lumbopélvica estudiados y en ambos grupos”, debido a que no se encontraron diferencias significativas al comparar entre ejercicios y entre ambos grupos, por lo cual concluimos que se necesitan más estudios que desarrollen en profundidad las activaciones de TA junto con RA en ejercicios de estabilidad lumbopélvica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allison, G., Morries, S., & Lay, B. (2008). Feedforward responses of transversus abdominis are directionally specific and act asymmetrically: implications for core stability theories. *J Orthop Sports Phys Ther*, 38(5), 228 – 237.
- Balagué, F., Mannion, A., Pellisé, F., & Cedraschi, C. (2012). Non-specific low back pain. *Lancet*, 379, 482 – 91.
- Beales, D., O'Sullivan, P., & Briffa, N. (2008). Motor control patterns during an active straight leg raise in pain-free subjects. *SPINE*, 24(1), E1 – E8.
- Beith, I., Synnott, R., & Newman, S. (2001). Abdominal muscle activity during the abdominal hollowing manoeuvre in the four point kneeling and prone positions. *Man ther*, 6(2), 82 – 87.
- Brumitt, J., Matheson, J., & Meira, E. (2013). Core stabilization exercise prescription, part I: current concepts in assessment and intervention. *Sports Health*, 5(6), 504 – 509.
- Cho, M. (2015). The effects of bridge exercise with the abdominal drawing-in maneuver on an unstable surface on the abdominal muscle thickness of healthy adults. *J Phys Ther Sci*, 27, 255 – 257.
- Chon, S., You, J., & Saliba, S. (2012). Cocontraction of ankle dorsiflexors and transversus abdominis function in patients with low back pain. *J Athl Train*, 47(4), 379 – 389.
- García, J., Hernández-Castro, J., Núñez, R., Pazos, M., Aguirre, J., Jreige, A., et al. (2014). Prevalence of low back pain in Latin America: a systematic literature review. *Pain Physician*, 17, 379 – 391.
- García-Vaquero, M., Moreside, J., Brontons-Gil, E., Peco-Gonzalez, N., & Vera-García, F. (2012). Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *J Electromyogr Kinesiol*, 22, 398 – 406.
- Gnat, R., Sauliez, E., & Miadowiez, B. (2012). Reliability of real-time ultrasound measurement of transversus abdominis thickness in healthy trained subjects. *Eur Spine J*, 21, 1508 – 1515.
- Grosdent, S., Demoulin, C., Rodriguez de La Cruz, C., Giop, R., Tomasella, M., Crielaard, J.M., et al. (2016). Lumbopelvic motor control and low back pain in elite soccer players: a cross-sectional study. *J Sports Sci*, 34(11), 1021 – 9.

- Hawley, J. (2008). Specificity of training adaptation: time for a rethink? *J Physiol*, 586(1), 1 – 2.
- Heidari, P., Farahbakhsh, F., Rostami, M., Noormohammadpour, P., & Kordi, R. (2015). The role of ultrasound in diagnosis of the causes of low back pain: a review of the literature. *Asian J Sports Med*, 6(1), 1 – 12.
- Heuch, I., Heuch, I., Hagen, K., & Zwart, J. (2016). Is there a U-shaped relationship between physical activity in leisure time and risk of chronic low back pain? A follow-up in the HUNT study. *BMC Public Health*, 16, 1 – 9.
- Hides, J., & Stanton, W. (2012). Muscle imbalance among elite Australian rules football players: a longitudinal study of changes in trunk muscle size. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 314 – 319.
- Hindle, K., Whitcomb, T., Briggs, W., & Hong, J. (2012). Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF): Its mechanisms and effects on range of motion and muscular function. *J Hum Kinet*, 31, 105 – 113.
- Hislop, H., & Montgomery, J. (2007). Daniels and Worthingham's muscle testing: techniques of manual examination (8va edición). Maryland Heights, MO: Saunders/Elsevier.
- Hodges, P., & Richardson, C. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther*, 77, 132 – 142.
- Hodges, P., & Richardson, C. (1999). Transversus abdominis and the superficial abdominal muscles are controlled independently in a postural task. *Neurosci Lett*, 265, 91 – 94.
- HosseiniFar, M., Akbari, M., Behtash, H., Amiri, M., & Sarrafzadeh, J. (2013). The effects of stabilization and McKenzie exercises on transverse abdominis and multifidus muscle thickness, pain, and disability: a randomized controlled trial in non-specific chronic low back pain. *J Phys Ther Sci*, 25, 1541 – 1445.
- Jacob, T., Baras, M., Zeev, A., & Epstein, L. (2004). Physical Activities and Low Back Pain: A community-based study. *Med Sci Sports Exerc*, 36, 9 – 15.
- Kim, K., Cho, S., Goo, B., & Baek, I. (2013). Differences in transversus abdominis muscle function between chronic low back pain patients and healthy subjects at maximum expiration: measurement with real-time ultrasonography. *J Phys Ther Sci*, 25, 861 – 863.
- Koh, H., Cho, S., & Kim, C. (2014). Comparison of the effects of hollowing and bracing

exercises on cross-sectional areas of abdominal muscles in middle-aged women. *J Phys Ther Sci*, 26, 295 – 299.

- Konrad, P. (2006). ABC of EMG – A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography. Consultado Noviembre 13, 2015, desde <http://www.noraxon.com/wp-content/uploads/2014/12/ABC-EMG-ISBN.pdf>
- Krist, M., Van Beijsterveldt, A., Backx, F., & de Wit, G. (2013). Preventive exercises reduced injury-related costs among adult male amateur soccer players: a cluster-randomised trial. *J of Physiother*, 59, 15 – 23.
- Lauber, B., & Keller, M. (2012). Improving motor performance: Selected aspects of augmented feedback in exercise and health. *Eur J Sport Sci*, 1, 1 – 8.
- Lehman, G., Hoda, W., & Oliver, S. (2005). Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swissball. *Chiropr Osteopathy*, 13(14), 1 – 8.
- Lima, O., Oliveira, R., Moura, A., 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. *Rev Bras Fisioter*, 16(5), 1 – 8.
- Lionel, K. (2014). Risk factors for chronic low back pain. *J Community Med Health Educ*, 4(2), 1 – 4.
- Maeo, S., Takahashi, T., Takai, Y., & Kanehisa, H. (2013). Trunk muscle activities during abdominal bracing: Comparison among muscles and exercises. *J Sports Sci Med*, 12, 467 – 474.
- 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. *J Electromyogr Kinesiol*, 13, 477 – 489.
- Mejia, R., Guevara, U., Martínez, E., Rivera, G., & Roa, L. (2014). Prevalencia del dolor de espalda baja en un centro interdisciplinario para el estudio y tratamiento del dolor. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 37(1), 5 – 11.
- Meucci, R., Fassall, A., & Faria, N. (2015). Prevalence of chronic low back pain: systematic review. *Rev Saude Publica*, 49(1), 1 – 10.
- Ministerio del Deporte, Chile. (2015). Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes, Chile. Consultado Agosto 21, 2016, desde: <http://www.mindep.cl/wp-content/uploads/2016/07/PRESENTACION-ENCUESTA-HABITOS-2015.pdf>
- Moon, J., Hong, S., Kim, C., & Shin, Y. (2015). Comparison of deep and superficial

abdominal muscle activity between experienced pilates and resistance exercise instructors and controls during stabilization exercise. *J Exerc Rehabil*, 11(3), 161 – 168.

Munjin, M., Ilabaca, F., & Rojas, J. (2007). Dolor lumbar relacionado al embarazo. *Rev Chil Obstet Ginecol*, 72(4), 258 – 265.

O'Keeffe, M., Dankaerts, W., O'Sullivan, P., O'Sullivan, L., & O'Sullivan, K. (2013). Specific flexion-related low back pain and sitting: comparison of seated discomfort on two different chairs. *Ergonomics*, 56, 650 – 658.

Okubo, Y., Kaneoka, K., Imai, A., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S., et al. (2010). Electromyographic analysis of transversus abdominis and lumbar multifidus using wire electrodes during lumbar stabilization exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*, 40(11), 743 – 750.

Partner, S., Sutherlin, M., Acocello, S., Saliba, S., Magrum, E., & Hart, J. (2014). Changes in muscle thickness after exercise and biofeedback in people with low back pain. *J Sport Rehabil*, 23, 307 – 318.

Piper, S., & DeGraauw, C. (2012). A 14-year-old competitive, high-level athlete with unilateral low back pain: case report. *J Can Chiropr Assoc*, 56, 283 – 291.

Pirouzi, S., Emami, F., Taghizadeh, S., & Ghanbari, A. (2013). Is abdominal muscle activity different from lumbar muscle activity during four-point kneeling? *Iran J Med Sci*, 38(4), 327 – 333.

Pulkovski, N., Mannion, A., Toma, V., Gubler, D., Helbling, D., & Sprott, H. (2012). Ultrasound assessment of transversus abdominis muscle contraction ratio during abdominal hollowing: a useful tool to distinguish between patients with chronic low back pain and healthy controls? *Eur Spine J*, 21(6), 750 – 759.

Puntumetakul, R., Areeudomwong, P., Emasithi, A., & Yamauchi, J. (2013). Effect of 10-week core stabilization exercise training and detraining on pain-related outcomes in patients with clinical lumbar instability. *Patient Prefer Adherence*, 7, 1189 – 1199.

Purcell, L., & Micheli, L. (2009). Low back pain in young athletes. *Sport Health*, 1, 212 – 222.

Rhee, M., Lee, D., & Kim, L. (2016). Differences in abdominal muscle activation during coughing between smokers and nonsmokers. *J Phys Ther Sci*, 28, 1147 – 1149.

Richardson, C., Snijders, C., Hides, J., Damen, L., Pas, M., & Storm, J. (2002). The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics,

and low back pain. *SPINE*, 27(4), 399 – 405.

- Saliba, S., Croy, T., Guthrie, R., Grooms, D., Weltman, A., & Grindstaff, T. (2010). Differences in transverse abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain. *N Am J Sports Phys Ther*, 5(2), 63 – 73.
- Serón, P., Muñoz, S., & Lanas, F. (2010). Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población chilena. *Rev Med Chile*, 138, 1232 – 1239.
- Shah, T., Cloke, D., Rushton, S., Shirley, M., & Deehan, D. (2014). Lower back symptoms in adolescent soccer players: predictors of functional recovery. *Orthoped J Sport Med*, 2(4), 1 – 9.
- Silva, M., Dias, J., Pereira, L., Mazuguin, B., Lindley, S., Richard, J., et al. (2017). Determination of the motor unit behavior of lumbar erector spinae muscles through surface EMG decomposition technology in healthy female subjects. *Muscle Nerve*, 55(1), 28 – 34.
- Stanton, T., & Kawchuk, G. (2008). The effect of abdominal stabilization contractions on posteroanterior spinal stiffness. *SPINE*, 33(6), 694 – 701.
- Stevens, V., Bouche, K., Mahieu, N., Coorevits, P., Vanderstraeten, G., & Danneels, L. (2006). Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. *BMC Musculoskeletal Disord*, 7(75), 1 – 8.
- Stokes, I., Gardner-Morse, M., & Henry, S. (2011). Abdominal muscle activation increases lumbar spinal stability: analysis of contributions of different muscle groups. *Clin Biomech*, 26(8), 797 – 803.
- Tarnanen, S., Ylinen, J., Siekkinen, K., Mälkiä, E., Kautiainen, H., & Häkkinen, A. (2008). Effect of isometric upper-extremity exercises on the activation of core stabilizing muscles. *Arch Phys Med Rehabil*, 89, 513 – 521.
- Tsao, H., Galea, M., & Hodges, P. (2008). Reorganization of the motor cortex is associated with postural control deficits in recurrent low back pain. *Brain*, 131, 2161 – 2171.
- Vera-García, F., Barbado, D., & Moya, M. (2014). Trunk stabilization exercises for healthy individuals. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 16(2), 200 – 211.
- Waldén, M., Hägglund, M., & Ekstrand, J. (2005). UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001–2002 season. *Br J Sports Med*, 39, 542 – 546.

- Wang, X., Zheng, J., Yu, Z., Bi, X., Lou, S., Liu, J., et al. (2012). A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *Plos one*, 7(12), 1 – 7.
- Waongenngarm, P., Rajaratnam, B., & Janwantanakul, P. (2016). Internal oblique and transversus abdominis muscle fatigue induced by slumped sitting posture after 1 hour of sitting in office workers. *Saf Health Work*, 7, 49 – 54.
- Wilkerson, G., Giles, J., & Seibel, D. (2012). Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: a preliminary study. *J Athl Train*, 47(3), 264 – 72.
- Zhou, B., Huang, Q., Zheng, T., Huo, M., & Maruyama, H. (2015). Effects of neuromuscular joint facilitation on bridging exercises with respect to deep muscle changes. *J Phys Ther Sci*, 27, 1417 – 1419.

## ANEXOS

### Anexo N°1: Documento de consentimiento informado

<b>Nombre del Estudio:</b>	Comparación de la activación de transversos y rectos abdominales mediante ejercicios de estabilización entre seleccionadas de fútbol y estudiantes sedentarias de la Universidad Finis Terrae.
<b>Patrocinador del Estudio/Fuente Financiamiento:</b>	<i>Autofinanciado</i>
<b>Investigador Responsable:</b>	Rodrigo Ignacio Barría Tenorio Fono: 6-8435900 Mail: rbarriat@uft.edu Daniela Elizabeth Díaz Pilar Fono: 7-7727067 Mail: ddiazp@uft.edu Claudia Andrea Sáez Guedeney Fono: 9-8189181 Mail: csaezg@uft.edu
<b>Unidad Académica:</b>	Escuela de Kinesiología. Universidad Finis Terrae.

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar o no en una investigación.

Lea cuidadosamente este documento, puede hacer todas las preguntas que necesite al investigador y tomarse el tiempo necesario para decidir.

## **1.-Objetivos de la investigación**

Usted ha sido invitada a participar en este estudio porque cumple con las características requeridas que son:

- Sexo femenino.
- Edad entre 18 y 30 años.
- IMC entre 18 y 29,9.
- Estudiantes de la Universidad Finis Terrae.
- Nivel de actividad física
  - Sedentarias: nivel bajo según IPAQ (Anexo 4).
  - Activas: seleccionadas de futbolito UFT con antigüedad  $\geq 6$  meses en el equipo y que tengan nivel moderado a alto según IPAQ (Anexo 4).

El objetivo de este estudio es comparar el trabajo de dos músculos abdominales (transverso y recto abdominal) entre mujeres futbolistas y mujeres que hagan poca actividad física durante 5 ejercicios

## **2.-Procedimientos de la investigación: Metodología**

En el siguiente estudio se realizará una breve inducción y demostración de los 5 ejercicios previo a la medición electromiográfica. Estos serán realizados en el Gimnasio de Kinesiología de la UFT, donde será observada y evaluada por los alumnos tesistas y por un profesor guía. Se tomarán las precauciones necesarias en caso de complicaciones durante el transcurso completo de la sesión, en caso de urgencias se llamará a una ambulancia HELP. Será solamente 1 sesión de evaluación, que durará 1 hora.

Se registrarán algunos datos de identificación y contacto, además de edad, talla, peso, antecedentes mórbidos, medicamentos y nivel de actividad física previo a la inducción.

La inducción y demostración de los ejercicios será llevada a cabo por los alumnos en que se realizarán 3 repeticiones de cada ejercicio, supervisando su correcta ejecución para posteriormente proceder a la medición con el equipo.

La medición electromiográfica consistirá en realizar los mismos ejercicios previamente ensayados, con 3 repeticiones, utilizando unos sensores posicionados en la piel. Esta información será registrada para su posterior análisis. Esta información será enviada a su correo personal si usted lo desea.

### **3.- Beneficios**

El beneficio que usted obtendrá al participar en esta investigación, será tener un mejor conocimiento del estado de su musculatura abdominal, la cual se encuentra implicada en la prevención de lesiones lumbares. Además, la información que se obtendrá gracias a su participación será de utilidad para conocer más acerca de un posible tratamiento para el dolor lumbar que podrían ser provocados secundarios a la inactividad o exceso de actividad física.

### **4.- Riesgos**

La mala ejecución de los ejercicios podría ocasionar posible dolor lumbar, contracturas y calambres de extremidades inferiores.

### **5.- Compensación**

En caso de eventuales daños, los 3 alumnos y el profesor guía asumirán todos los costos.

## **6.- Confidencialidad de la información**

La información obtenida se mantendrá en forma confidencial. Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo, su nombre no será conocido.

## **7.- Voluntariedad**

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria. Usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su consentimiento y retirarse de esta investigación en el momento que lo estime conveniente. Al hacerlo, usted no pierde ningún derecho que le asiste como alumno de esta institución y no se verá afectada su condición académica. Si usted retira su consentimiento, sus datos serán eliminados y la información obtenida no será utilizada.

## **8.- Preguntas**

Si tiene preguntas acerca de esta investigación científica puede contactar al Kinesiólogo Gonzalo Niño Guggisberg a través de su correo electrónico: [gning@uft.edu](mailto:gning@uft.edu). Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Finis Terrae. Si tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en una investigación médica, usted puede escribir al correo electrónico: [cec@uft.cl](mailto:cec@uft.cl) del Comité ético Científico, para que el presidente, Dr. Patricio Ventura-Juncá lo derive a la persona más adecuada.

## 9.- Declaración de consentimiento

Se me ha explicado el propósito de esta investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten y que me puedo retirar de ella en el momento que lo desee.

- Firmo este documento voluntariamente, sin ser forzado/forzada a hacerlo.
- No estoy renunciando a ningún derecho que me asista.
- Se me comunicará de toda nueva información relacionada con el estudio que surja durante la investigación y que pueda tener importancia directa para mí.
- Se me ha informado que tengo el derecho a reevaluar mi participación en esta investigación según mi parecer y en cualquier momento que lo desee.
- Al momento de la firma, se me entrega una copia firmada de este documento.

NOMBRE:

---

PARTICIPANTE

---

DANIELA DÍAZ PILAR

---

RODRIGO BARRÍA TENORIO

---

CLAUDIA SÁEZ GUEDENEY

---

DIRECTOR DE LA INSTITUCIÓN

FECHA: / /

## Anexo N°2: PowerPoint educativo

UNIVERSIDAD Finis Terrae Aprobado por Comité de Ética UFT

"Comparación de la activación de transverso y recto abdominal mediante ejercicios de estabilización entre seleccionadas de futbolito y estudiantes sedentarias de la Universidad Finis Terrae."

**Alumnos Tesistas**  
Rodrigo Barria  
Daniela Díaz  
Claudia Sáez  
Profesor guía  
Kigo, Gonzalo Niffo



### Introducción

Usted ha sido seleccionada para participar en este estudio dado que:

- + 18 a 30 años
- + IMC 18-29,9
- + Nivel de actividad física (PAQ)
- + Consentimiento informado

\*Además no presenta dolor lumbar ni cirugía abdominal.

### Introducción

Nuestro estudio consiste en la medición electromiográfica superficial de musculatura abdominal mientras se realizan una serie de ejercicios de estabilización de columna.

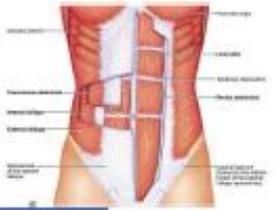
### Transverso abdominal (TA)



- ↓ del dolor lumbar (Choi, Yoo & Seung, 2012)
- ↓ de la discapacidad, tanto de forma aguda como de forma crónica (Hosokawa, Akari, Sakurai, Arimi & Sawashiro, 2012) (Matsushima et al., 2012)
- Restauración de la función muscular y reducción de riesgo de lesiones (Jensen, Mathiassen & Sorensen, 2010)

**Estabilidad lumbar**

### Recto abdominal (RA)



**Flexión de tronco**

### Objetivo General

Determinar cuál de los 5 ejercicios seleccionados de estabilización es el que presenta una mayor relación TA/RA.



### “Abdominal Drawing-in Maneuver (ADIM)”



- De espaldas en la camilla con los pies apoyados, relajado, respirando normalmente, al momento de botar aire deberá hundir el abdomen disminuyendo la circunferencia abdominal. Mantenga la contracción 5 segundos.

### “ADIM presionando un balón suizo”



- Al igual que el ejercicio anterior, esta vez debe además realizar una presión sobre un balón suizo con sus manos en dirección a sus muslos. No olvide mantener la contracción.

### “ADIM con extensión de rodilla dominante”

- Realizando ADIM, ahora extienda lentamente su rodilla dominante y mantenga la contracción 5 segundos. Luego descanse.



### “Puentesupino neutro”



- Realice un ADIM y lentamente eleve su pelvis alineando su tronco con los muslos, sin perder la contracción. Mantenga 5 segundos.

### “ADIM en 4 apoyos”



- Apoye ambas manos y rodillas en la camilla. Mantenga su espalda lo más recta posible.
- Cuando esté segura en la posición realice el ejercicio de ADIM.

## ④ Normalización

Medición para obtener el valor máximo de contracción tanto de TA como RA

## Preparación de la piel



## Primera medición EMG

Equipo Trigno Delsys



Este equipo medirá la intensidad de la contracción de dos músculos: transverso abdominal y recto abdominal.



Se colocará un electrodo inalámbrico a derecha de su ombligo para medir al recto abdominal.  
Un segundo electrodo se ubicará en la parte baja del abdomen para medir al transverso abdominal.



Sensores Trigno

## Máxima contracción isométrica voluntaria (MCIV)



Tos x 2

2"



Crunch

3"

\*Posteriormente espera de 10 minutos

## ⑤ Medición

Medición electromiográfica de los 5 ejercicios.

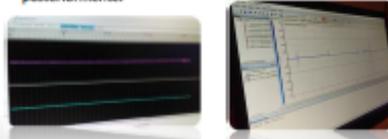
## 5 ejercicios...



## ⑥ Registro de datos

### Obtención de datos

- Estos datos serán registrados y analizados en un software especial (EMGworks Analysis).
- Se obtendrá una relación entre TA y RA, dato que constituirá un índice el que comparemos posteriormente.



 UNIVERSIDAD  
**Finis Terrae**  
UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

## ¡Gracias por tu participación!

Rodrigo Barría  
Daniela Díaz  
Claudia Sáez  
Gonzalo Niño

Anexo N°3: Ficha clínica



Facultad de Medicina  
Escuela de Kinesiología

SANTIAGO, \_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE 2016

## FICHA CLÍNICA

### 1. Antecedentes personales

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_ Previsión: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Teléfono emergencia: \_\_\_\_\_ Nombre contacto: \_\_\_\_\_

Actividad laboral: \_\_\_\_\_

### 2. Antecedentes mórbidos:

SI \_\_\_ NO \_\_\_

HTA: \_\_\_ DM: \_\_\_ DL: \_\_\_ Otros: \_\_\_\_\_

Medicamentos: \_\_\_\_\_

Lesiones previas: \_\_\_\_\_

### 3. Antecedentes antropométricos

Talla: \_\_\_\_\_ (m)

Peso: \_\_\_\_\_ (kg)

IMC: \_\_\_\_\_

### 4. Nivel de actividad física (marque con una X)

Bajo	Realiza menos de 30 minutos de actividad física.
Moderado	Realiza 3 o más días de actividad vigorosa por al menos 20 minutos diarios o Realiza 5 días o más de actividad física moderada por al menos 30 minutos.
Alto	Realiza 7 días de actividad física de moderada a vigorosa o al menos 3 días de actividad vigorosa.