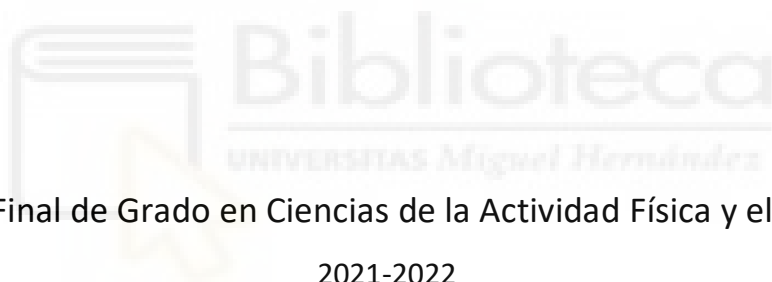




UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA LA COMPARACIÓN
ENTRE HOMBRES Y MUJERES DE EJERCICIOS DE CORE
STABILITY ESTÁTICOS Y DINÁMICOS**



Trabajo Final de Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

2021-2022

ESTUDIANTE: Antoni Verd Orfila

TUTORA: Amaya Prat Luri

Laboratorio de Biomecánica del Centro de Investigación del Deporte

ÍNDICE	
INTRODUCCIÓN	3
METODO	4
<i>Participantes</i>	4
<i>Procedimiento</i>	4
<i>Análisis estadístico</i>	8
HIPÓTESIS.....	8
REFERENCIAS.....	9



INTRODUCCIÓN

Los ejercicios de estabilización del tronco o *core stability* (CS) son comúnmente utilizados en el ámbito deportivo, tanto para la mejora del rendimiento (Sato and Mokha 2009; Sandrey and Mitzel, 2013; Trecroci et al. 2020) como para prevenir y rehabilitar las lesiones musculoesqueléticas (Gouttebauge y Zuidema, 2018; Khaiyat y Norris, 2018). Los ejercicios de CS focalizan especialmente en las estructuras centrales del cuerpo, entre las que podemos distinguir tres grandes grupos musculares como son los flexores, los extensores y los inclinadores del tronco. Uno de los aspectos más relevantes a la hora de conocer el impacto de estos programas es la cuantificación de la carga de entrenamiento. No obstante, aunque los ejercicios de CS son ampliamente utilizados tanto en el contexto deportivo como en el contexto de la salud, en la literatura actual hay una carencia de dicha cuantificación, especialmente en la intensidad de los ejercicios. (Heredia-Elvar et al. 2021).

La cuantificación de la intensidad es algo primordial que hay que tener en cuenta para poder analizar la relación entre la dosis de entrenamiento aplicado y las adaptaciones que ha producido (Barbado et al., 2018). Para poder llegar a cuantificar dicha carga, muchos profesionales como entrenadores, instructores e investigadores modulan esta intensidad basados en su percepción, pero no utilizan herramientas objetivas para evaluar el estímulo que están suponiendo los ejercicios para cada persona (Barbado et al., 2018). Con respecto a su evaluación, existen pruebas de laboratorio que permiten evaluar la estabilidad del tronco a través de pruebas biomecánicas como las cargas repentinas (Vera-García et al., 2007) o protocolos de equilibrio en sedestación (Barbado et al., 2016; Reeves et al., 2009). Sin embargo, estas herramientas implican un coste elevado y un complejo tratamiento de datos, lo cual dificulta su implementación en un entorno clínico (Barbado et al., 2018). Además, aunque nos permita evaluar la estabilidad del tronco, no nos da información sobre la intensidad que los propios ejercicios de CS tienen sobre la persona (Barbado et al., 2018). Hoy en día los acelerómetros están integrados en los dispositivos electrónicos ya sean *Smartphones*, tabletas o iPods, es por esto por lo que se han convertido en la herramienta para ser utilizados en aplicaciones profesionales y científicas debido a su bajo coste, portabilidad y facilidad de uso (Barbado et al., 2018). En este sentido, recientemente se han utilizado estos acelerómetros integrados en *Smartphone* para evaluar la intensidad de los ejercicios de CS a través de las oscilaciones lumbo-pélvicas que la persona tiene durante los ejercicios, mostrando ser una herramienta fiable para ello (Barbado et al., 2018).

Relacionado con esta variable de intensidad, en el ámbito práctico la progresión de los ejercicios dentro de los programas de CS se modulan mayoritariamente la técnica a través de criterios mecánicos, ya sea modificando el brazo de palanca, aumentando la carga de los ejercicios, colocando el sujeto sobre superficies inestables, o reduciendo el número de apoyos, entre otros (Vera-García et al., 2020). La progresión también suele establecerse aumentando el volumen de los ejercicios, y dividido en las diferentes fases donde en ocasiones se pasan desde posiciones en suelo, hasta posiciones más ecológicas como por ejemplo sedestación o bipedestación (Ekstrom et al., 2007). Pese a que hay trabajos previos que han analizado las oscilaciones lumbo-pélvicas en algunos ejercicios de CS (Barbado et al., 2018), no se han analizado en posiciones de sedestación o bipedestación. Además, los programas de entrenamiento focalizados en el tronco suelen implementarse principalmente manteniendo las diferentes posiciones durante un tiempo determinado, aunque también hay programas que realizan estos ejercicios de manera dinámica (i.e., realizando movimientos de manera continuada del tronco en diferentes posiciones). Uno de los aspectos relevantes dentro del trabajo del tronco es la estabilización de dichas estructuras para realizar movimientos del resto de segmentos corporales (e.g., brazos,

piernas), por lo que la realización de ejercicios de CS mientras se realizan movimientos de diferentes segmentos corporales también es un tipo de ejercicio que resulta interesante considerar. Sin embargo, se desconoce si realizar ejercicios de CS de manera isométrica sin desplazamientos de segmentos corporales (i.e., estáticos), o con desplazamientos (i.e., dinámico) supone una mayor o menor intensidad en términos de oscilaciones lumbo-pélvicas. Por otro lado, en los estudios que han analizado la intensidad de algunos ejercicios de CS a través de acelerometría integrada en *Smartphone* han participado principalmente hombres. En este sentido, previos estudios han mostrado cómo las mujeres suelen tener mejores valores en test de resistencia como el puente lateral o el puente frontal con respecto a los hombres (Saeterbakken et al. 2022), pero se desconoce si también pudiera haber diferencia con respecto a los valores de oscilación lumbo-pélvica. Es por eso, surgen diferentes preguntas, como por ejemplo ¿tendrán diferentes valores de oscilación hombres y mujeres? ¿Será diferente la intensidad reflejada en los ejercicios de CS estáticos con respecto a los dinámicos en los diferentes grupos musculares del tronco?

Con objeto de profundizar en los aspectos anteriormente expuestos, el siguiente trabajo final de grado presenta una propuesta de intervención sobre la comparación entre hombres y mujeres de la intensidad (i.e., valores de oscilación lumbo-pélvica) que suponen diferentes ejercicios de CS en condiciones estáticas y dinámicas. Se proponen diferentes variantes para los principales grupos musculares del tronco (flexores, extensores e inclinadores) con progresiones en posiciones en suelo, sedestación y bipedestación, todas ellas cuantificadas en intensidad mediante un acelerómetro integrado en un *Smartphone*.

METODO

Participantes

La muestra consistirá en estudiantes universitarios físicamente activos de diferentes grados de la Universidad Miguel Hernández. Serán considerados físicamente activos en el caso de que realicen entre 2 y 5 sesiones por semana de 30 a 120 minutos a intensidad moderada o vigorosa de actividad física (Heredia-Elvar et al., 2021). Los participantes incluidos en el estudio estarán exentos de cualquier enfermedad o lesión que les impidiera realizar los ejercicios del estudio. Antes de empezar, los participantes cumplimentarán un consentimiento informado aprobado por el comité de ética de la universidad (TFG.GAF.APL.AVO.220225) de acuerdo con la declaración de Helsinki.

Procedimiento

El estudio se llevará a cabo en el laboratorio de biomecánica y salud del Centro de Investigación del Deporte en la Universidad Miguel Hernández de Elche. Los participantes realizarán una única sesión de 1h donde se deberán realizar 54 ejercicios de CS (27 variantes estáticas y 27 variantes dinámicas). Previamente a la propia sesión de los ejercicios se realizará un calentamiento de 7 ejercicios, encorvamientos frontales y oblicuos, protracción y retracción escapular, retroversión-anteversión pélvica, *cat-camel*, el ejercicio del escalador y el *bird-dog* (el cuál tendrán que aguantar un segundo arriba y cambiar de mano y pierna de manera alterna). El calentamiento se realizará con 15 segundos de trabajo y 15 segundos de descanso, es decir, una ratio de 1:1. Una vez finalizado el calentamiento, se colocará el móvil con un cinturón de velcros en la zona lumbo-pélvica (ver figura 1). Para el registro de las oscilaciones lumbo-pélvicas se utilizará la aplicación "*Core Maker*". Cuando se inicie el registro la aplicación comenzará una cuenta atrás donde oírás "*Ready, Set, Go*", y dará comienzo al test, con una duración de 15 segundos. Al acabar sonará una voz que dirá "*Rest*"; el participante podrá descansar, y en ese momento se anotará el resultado reportado por la aplicación (aceleración en m/s^2).



Figura 1. Posición del móvil.

Los ejercicios de CS serán 54 y se realizarán en el siguiente orden: primero se realizarán las variantes estáticas (primera mitad de la sesión) y después las dinámicas (segunda mitad de la sesión), dentro de las cuales separaremos los ejercicios en las posiciones de tumbado (según el grupo muscular que se trabajará, se colocarán en súbito prono, decúbito prono o decúbito lateral), sedestación y bipedestación. Se realizarán 9 ejercicios para cada grupo muscular del tronco (flexores, extensores e inclinadores), habiendo 3 variantes para cada posición. Dentro de los grupos musculares se seguirá siempre el mismo orden, siendo primero flexores, seguido por los extensores y finalizado por los inclinadores. Este mismo procedimiento se repetirá en las dos mitades, tanto en los ejercicios estáticos (primera mitad) como en los ejercicios dinámicos (segunda mitad). Algunos ejercicios se realizarán con carga, la cual se calculará en función del peso corporal. En este sentido se establecerán franjas de diez kilos (de 40 a 50, de 50 a 60, de 60 a 70, etc.), donde se seleccionará el número promedio de cada franja (45, 55, 65, 75, etc.) y se aplicarán los porcentajes (5%, 10% y 15%). Todos los ejercicios durarán 15 segundos y se descansará 30 segundos, es decir, una ratio 1:2 en la parte principal. Las variantes dinámicas seguirán el ritmo del metrónomo a 50 latidos por minuto (LPM).

Con respecto a los ejercicios que se realizarán en el suelo (figura 2), los ejercicios focalizados en los flexores del tronco tendrán las siguientes variantes: (i) puente frontal corto con apoyo de las rodillas (1A), (ii) puente frontal clásico (1B), (iii) puente frontal clásico apoyando los empeines encima de un *bosu* (54 x 24cm; Medusa T1, Elksport R, Spain) (1C). Para las variantes dinámicas la progresión será la misma progresión, pero se le añadirá movimiento de brazos, el cual consistirá en deslizar los antebrazos realizando un movimiento de abducción y aducción alternando los brazos. Con respecto a los ejercicios focalizados en los extensores del tronco las variantes serán las siguientes: (i) puente dorsal clásico (2A), (ii) puente dorsal clásico con los pies encima del *bosu* (2B), (iii) puente dorsal con apoyo mono-podal de la pierna dominante y la no dominante en el aire (2C). Para las variantes dinámicas se añadirá un movimiento de flexo-extensión de hombro alternando los brazos al ritmo de 50 LPM en el metrónomo. Con respecto a los ejercicios focalizados en los inclinadores del tronco las variantes serán las siguientes: (i) puente lateral corto (3A), (ii) puente lateral largo situando un pie por delante del otro (3B), (iii) puente lateral largo con los pies encima del *bosu* situando un pie por delante del otro (3C). Para las variantes dinámicas se añadirá un movimiento de flexo-extensión de hombro alternando los brazos al ritmo de 50 LPM en el metrónomo

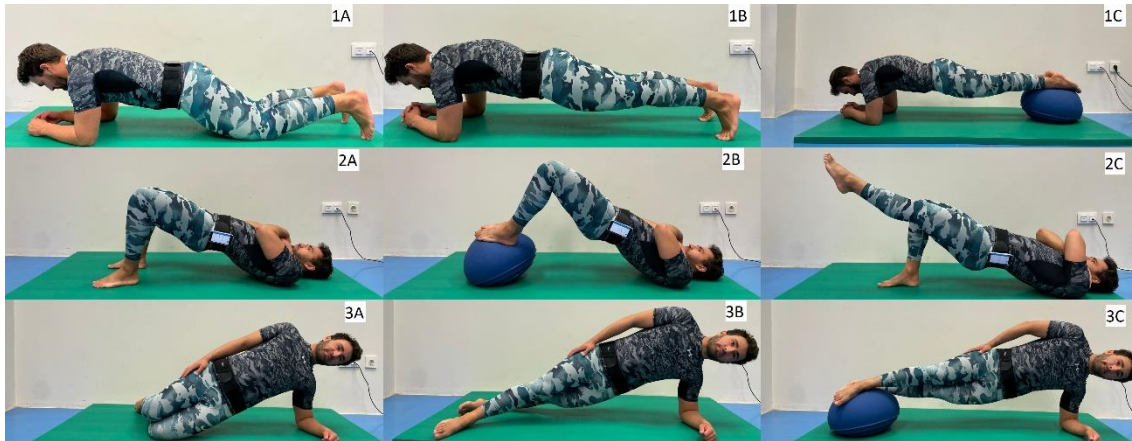


Figura 2. Variantes suelo

Con respecto a los ejercicios realizados en la posición de sedestación (figura 3), los ejercicios focalizados en los flexores del tronco se harán sentados en una banqueta y tendrán las siguientes variantes: (i) el participante se colocará llevando el tronco hacia atrás hasta alcanzar 45° y cruzará los brazos en el pecho (1A), (ii) desde la misma posición que la variante anterior el participante flexionará los hombros manteniendo los codos extendidos (1B), (iii) desde la misma posición que la variante anterior el participante sujetará un balón entre las manos con el peso que le corresponda según el porcentaje de su peso corporal que será del 5% (1C). Para las variantes dinámicas se añadirá un movimiento de flexo-extensión de hombro donde las variantes 1A y 1B se realizarán de manera alterna, pero en la variante 1C el movimiento de ambos brazos será simultáneo. Con respecto a los ejercicios focalizados en los extensores del tronco las variantes serán las siguientes: (i) tendido prono en una posición de semi cuadrupedia apoyando las manos, pelvis y muslos sobre un *fitball* (diámetro: 45cm; Amaya Sport, Spain) y los pies en el suelo (2A), (ii) los participantes estarán sentados en una banqueta con el tronco inclinando hacia delante hasta alcanzar 60° mientras sujetan un balón con ambas manos con el 5% del peso corporal (2B), (iii) misma posición que la variante anterior pero los participantes estarán sentados sobre un *fitball* apoyando los pies sobre un *bosu* (2C). Para las variantes dinámicas los participantes harán un movimiento de flexo-extensión de hombros alternando los brazos en la variante 2A, mientras que en las variantes 2B y 2C el movimiento de los brazos se realizará de manera simultánea. Con respecto a los ejercicios focalizados en los inclinadores del tronco las variantes serán las siguientes: (i) *press pallof* sentado en una banqueta (3A), (ii) *press pallof* sentado en un *fitball* y con los pies sobre un *bosu* (3B), (iii) *press pallof* sentado en el *fitball* con apoyo monopodal apoyando de la pierna dominante (3C). Para las variantes dinámicas se añadirá un movimiento de flexo-extensión de codo al ritmo de 50 LPM en el metrónomo.



Figura 3. Variantes sedestación

Con respecto a los ejercicios realizados en la posición de bipedestación (figura 4), los ejercicios focalizados en los flexores del tronco tendrán las siguientes variantes donde en todas la posición inicial será similar, con una extensión de tronco de 20° y las rodillas ligeramente flexionadas: (i) mantenimiento de la posición inicial con codos flexionados y manos pegadas al pecho sosteniendo el agarre de la polea (1A), (ii) desde la misma posición de la variante anterior, los participantes realizarán una flexión de hombros hasta la vertical (1B), (iii) misma posición que la variante anterior pero subidos encima de un *bosu* (1C). Para las variantes dinámicas en la variante 1A los participantes harán una flexo-extensión de codo, mientras que en las variantes 1B y 1C harán una flexo-extensión de hombro al ritmo de 50 LPM del metrónomo. Con respecto a los ejercicios focalizados en los extensores del tronco las variantes serán las siguientes: (i) desde la posición de bipedestación los participantes inclinarán el tronco hacia delante hasta alcanzar los 60° , sujetando un balón con las manos lo más próximo posible al pecho (2A), (ii) partiendo desde la misma posición de la variante anterior, los participantes mantendrán los codos flexionados siguiendo la línea del tronco y manteniendo un peso del 5% del peso corporal en la polea (2B), (iii) la posición será la misma que en la variante anterior pero los participantes estarán situados sobre un *bosu* (2C). Para las variantes dinámicas se añadirá un movimiento de flexo-extensión de hombros al ritmo del 50 LPM del metrónomo. Con respecto a los ejercicios focalizados en los inclinadores del tronco las variantes serán las siguientes: (i) *press pallof* manteniendo una carga del 10% del peso corporal con los hombros flexionados y codos extendidos (3A), (ii) *press pallof* manteniendo una carga del 15% del peso corporal con los hombros flexionados y codos extendidos (3B), (iii) misma posición y carga que la variante anterior pero los participantes se situarán encima de un *bosu* (3C). Para las variantes dinámicas se añadirá un movimiento de flexo-extensión del codo al ritmo de 50 LPM del metrónomo.



Figura 4. Variantes bipedestación

Análisis estadístico

Se calculará la media y desviación estándar de la aceleración lumbo-pélvica registrada durante los ejercicios de estabilización de tronco. La normalidad de los datos será analizada a través de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizará una prueba T de medidas independientes para comparar entre hombres y mujeres en los ejercicios que se realizarán de manera estática, por un lado, y en los que se realizarán de manera dinámica por otro lado. El análisis estadístico se hará por medio del paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS, versión 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA), con un nivel de significación estadística de $p < 0.05$.

HIPÓTESIS

Siguiendo los resultados de estudios anteriores en los que han observado que las mujeres tienen un mejor rendimiento en variables de resistencia de tronco (Saeterbakken et al., 2022), se espera que las mujeres obtengan unos menores valores de oscilación con respecto a los hombres. En cuanto a las progresiones que había dentro de cada posición y grupo muscular esperamos que la intensidad vaya aumentando a medida que se avanza en las progresiones y a la vez también creemos que las oscilaciones irán aumentando de menos a más en la mayoría o en todas las progresiones, donde creemos que habrá mayores de oscilación en posiciones de suelo debido que en posiciones más ecológicas como bipedestación aparte del tronco también entra en juego el equilibrio y la fuerza de las piernas. Por último, en cuanto a la diferencia entre las variantes estáticas y dinámicas, se considera que los valores de oscilación lumbo-pélvica serán mayores en las variantes dinámicas con respecto a las variantes estáticas, ya que la implementación de movimiento de brazos generará mayores perturbaciones, aumentando las demandas sobre el tronco para estabilizar el movimiento.

REFERENCIAS

- Barbado, D., Barbado, L. C., Elvira, J. L. L., van Dieën, J. H., & Vera-Garcia, F. J. (2016). Sports-related testing protocols are required to reveal trunk stability adaptations in high-level athletes. *Gait and Posture*, *49*, 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.06.027>
- Barbado, D., Irlles-Vidal, B., Prat-Luri, A., García-Vaquero, M. P., & Vera-Garcia, F. J. (2018). Training intensity quantification of core stability exercises based on a smartphone accelerometer. *PLoS ONE*, *13*(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208262>
- Ekstorm, R. A., Donatelli, R.A., & Carp, K.C. (2007). Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *37*(12), 754-762. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2471>
- Heredia-Elvar, J. R., Juan-Recio, C., Prat-Luri, A., Barbado, D., & Vera-Garcia, F. J. (2021). Observational Screening Guidelines and Smartphone Accelerometer Thresholds to Establish the Intensity of Some of the Most Popular Core Stability Exercises. *Frontiers in Physiology*, *12*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.751569>
- Reeves, N. P., Cholewicki, J., & Narendra, K. S. (2009). Effects of reflex delays on postural control during unstable seated balance. *Journal of Biomechanics*, *42*(2), 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.10.016>
- Saeterbakken, A. H., Stien, N., Andersen, V., Scott, S., Cumming, K. T., Behm, D. G., Granacher, U., & Prieske, O. (2022). The Effects of Trunk Muscle Training on Physical Fitness and Sport-Specific Performance in Young and Adult Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Sports Medicine*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01637-0>
- Sato, K., & Mokha, M. (2009). Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-M performance in runners? *Journal of strength and conditioning research*, *23*(1), 133-140. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181818eb0c5>
- Trecroci, A., Duca, M., Formenti, D., Alberti, G., Marcello Iaia, F., & Longo, S. (2020). Short-Term Compound Training on Physical Performance in Young Soccer Players. *Sports*, *8*(8), 1–11. <https://doi.org/10.3390/sports8080108>
- Vera-Garcia, F. J., Elvira, J. L. L., Brown, S. H. M., & McGill, S. M. (2007). Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *17*(5), 556–567. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2006.07.004>
- Vera-Garcia, F. J., Irlles-Vidal, B., Prat-Luri, A., García-Vaquero, M. P., Barbado, D., & Juan-Recio, C. (2020). Progressions of core stabilization exercises based on postural control challenge assessment. *European Journal of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04313-9>