



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

EFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE CORE STABILITY REALIZADO CON GOMAS ELÁSTICAS

Trabajo de Fin de Máster

Autor: Carlos Moreno Martín

Tutores: Casto Juan Recio y Francisco J. Vera-García

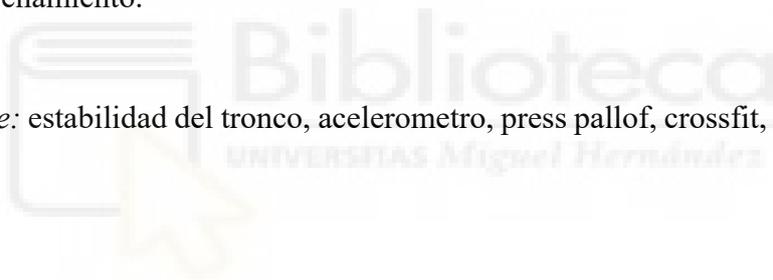
Curso Académico 2021/2022

Máster en Rendimiento Deportivo y Salud

Resumen

Los ejercicios de *core stability* convencionales comúnmente conocidos como *ejercicios en suelo*, se realizan en posiciones de cuadrupedia, decúbito prono, decúbito supino y/o decúbito lateral, posiciones que no son habituales en la mayoría de las disciplinas deportivas. Muchos estudios en la literatura no han conseguido los objetivos esperados con sus programas de entrenamiento de estabilidad del tronco entre otras razones porque estos ejercicios tienen poca transferencia o por la falta de test específicos y/o de campo para evaluar los programas de *core stability*. Como alternativa o complemento a los ejercicios convencionales se han planteado la realización de ejercicios realizados en posiciones más funcionales, como el *press pallof*, el *aeroplane*, el *rolling*, etc lanzamiento lateral de balón medicinal. Sin embargo, son escasos los estudios que han analizado la efectividad de programas de intervención que empleen este tipo de ejercicios. Por ello, diseñamos una intervención cuyo objetivo era entrenar la musculatura del tronco con ejercicios realizados en posiciones más transferibles al deporte de crossfit, como el *press pallof*. En esta intervención dividimos la muestra de 19 participantes en dos grupos en función del control postural del tronco, y cada grupo entrenó con gomas de dos intensidades diferentes. Además, se utilizó la acelerometría integrada en smartphone, una herramienta novedosa y fiable, para medir la eficacia del programa con dos evaluaciones iniciales que sirvieron para analizar la fiabilidad test-retest y una final para analizar el efecto del entrenamiento.

Palabras clave: estabilidad del tronco, acelerometro, press pallof, crossfit, test de campo, valoración.



1. Introducción

El presente trabajo se ha llevado a cabo en el centro deportivo Crossfit Alicante, situado en la ciudad de Alicante, con deportistas de crossfit de nivel amateur. La función que he desarrollado en este contexto ha sido doble, desempeñando por un lado el rol de entrenador dando clases de crossfit y por otro desarrollando y monitorizando un programa de entrenamiento de *core stability* para estos deportistas.

Actualmente los ejercicios de *core stability* o estabilidad del tronco se han convertido en elementos habituales de los programas de ejercicios en diferentes ámbitos como: i) el fitness, para mejorar la estabilidad, prevenir el síndrome del dolor lumbar o mejorar la funcionalidad; ii) el deporte amateur y profesional, con el objetivo de mejorar el rendimiento; iii) la rehabilitación, para prevenir o rehabilitar lesiones musculoesqueléticas relacionadas con la columna (Gouttebarga and Zuidema, 2018; Khaiyat and Norris, 2018). La estabilidad del tronco se define como la “capacidad de las estructuras osteoarticulares y musculares, coordinadas por el sistema de control motor, para mantener o retomar una posición o trayectoria del tronco, cuando este es sometido a fuerzas internas o externas” (Vera-García et al., 2015). Otra definición muy utilizada tanto en el campo del entrenamiento como en la medicina del deporte es la desarrollada por Kibler et al., (2006) que la define como la “capacidad para controlar la posición y el movimiento del tronco sobre la pelvis, permitiendo una óptima producción, transferencia y control de fuerza y movimiento hacia los elementos distales o terminales de las cadenas cinéticas desarrolladas en actividades atléticas o deportivas”. Teniendo en cuenta estas definiciones, la estabilidad del tronco es de vital importancia para muchos de los ejercicios comúnmente utilizados en crossfit, como son: ejercicios de fuerza del miembro superior en acciones de empuje (Saeterbakken y Fimland, 2012; Vera-García et al., 2007), acciones de tracción (Saeterbakken et al., 2015), ejercicios de fuerza del miembro inferior, como sentadillas (Andersen et al., 2014; Saeterbakken et al., 2019), zancadas (Ekstrom et al., 2007), peso muerto (Chulvi-Medrano et al., 2010), lanzamiento de balón medicinal (Vera-García et al., 2014) y kettlebell swing (Andersen et al., 2016).

Las tareas de estabilidad del tronco generalmente consisten en retar la capacidad para mantener la columna vertebral y la pelvis en posición neutra ante fuerzas aplicadas sobre el tronco en diferentes condiciones. Generalmente, estos ejercicios se realizan en posiciones de cuadrupedia, decúbito prono, decúbito supino o decúbito lateral (Heredia-

Elvar et al., 2021; Vera-Garcia et al., 2020), lo que se conoce coloquialmente como *trabajo en suelo*. Este tipo de trabajo puede tener sentido en personas no iniciadas (i.e. para aprender las posturas base, desarrollar patrones de coactivación, etc.), pero es poco ecológico para los requerimientos de estabilidad de los deportistas (i.e. crossfit), incluso para los requerimientos de buena parte de la población. Asimismo, algunos de los ejercicios en suelo más populares, como los puentes o planchas, se realizan en isométrico lo cual también se aleja de las características mecánicas de muchas de las actividades deportivas, lo que provoca que muchos programas de entrenamiento no hayan obtenido el efecto esperado (Reed et al., 2012). En los últimos años, se ha comenzado a utilizar otros tipos de ejercicios, realizados de pie con apoyo bi o monopodal que buscan ser más funcionales y, por consiguiente, tener una mayor transferencia tanto al deporte como a la vida diaria. Entre ellos encontramos los *rolling* y *sagittal walkouts* apoyados en una pared (McGill et al., 2009; Vera-Garcia et al., 2014), ejercicios con barras oscilantes (Moreside, Vera-Garcia y McGill, 2007), ejercicios sobre superficies inestables (soft stability trainer y tabla basculante) (Calatayud et al., 2015) y ejercicios con bandas elásticas o poleas, como el *press-palloy* (McGill et al., 2009).

Tras realizar una búsqueda en la literatura para conocer la eficacia de los distintos programas de entrenamiento para la mejora de la estabilidad del tronco, encontramos que no siempre se confirma su utilidad (Reed et al., 2012). Entre las razones puede estar la falta de consenso sobre cómo realizar un programa de entrenamiento de estabilidad del tronco. En este sentido, la heterogeneidad de los protocolos es evidente, desde la forma en la cual se solicita co-activar la musculatura central (“Hollowing” vs “Bracing”) (Koumantakis et al., 2005), la complejidad de los ejercicios (ejercicios complejos vs analíticos) (Sharma et al., 2012; Sandrey 2013), el carácter de los mismos (estáticos vs. dinámicos) (Parkhouse y Ball, 2011) e incluso el uso de muy diversos materiales con objeto de retar la estabilidad, como superficies inestables (i.e. bosu, fitball.) (Sato y Mokha, 2009; Stanton et al., 2004), barras oscilantes (Flexibar, Bodyblade) (Moreside, Vera-garcia y Mcgill, 2007), correas de suspensión (TRX, Sling,) (Calatayud et al., 2014), etc. Esta amplia variedad de protocolos y formas de entrenamiento dificulta enormemente la comparación de este tipo de programas de intervención. Otro gran problema nos lo encontramos a la hora de cuantificar la carga, especialmente la intensidad y monitorizar de forma objetiva que esfuerzo suponen los ejercicios mencionados anteriormente a las personas que los realizan (Heredia-Elvar et al., 2021). Además, debemos destacar la falta

de especificidad tanto de los ejercicios como de los test utilizados en los estudios experimentales para medir la estabilidad del tronco (Vera-Garcia et al., 2015). En este sentido, según el trabajo de Barbado et al. (2016) “sólo los test que representan las demandas de estabilidad del tronco específicas de un deporte son adecuados para medir esta cualidad en los deportistas que practican dicho deporte”.

En el ámbito científico, tradicionalmente se han utilizado dos metodologías de laboratorio para evaluar la estabilidad del tronco (Vera-Garcia et al., 2015): i) *test de carga/descarga repentina*, que miden la capacidad para responder a perturbaciones externas unidireccionales rápidas y controladas; y ii) *test de control postural en sedestación estable e inestable*, que cuantifican la capacidad para mantener una posición o trayectoria del tronco mientras se hace frente a fluctuaciones internas (Barbado et al., 2016). Estos test han demostrado su utilidad y precisión para medir la estabilidad del tronco en entornos controlados como el laboratorio, pero son poco útiles en el ámbito práctico o de campo por su elevado coste, análisis e interpretación de los datos complejo, difícil portabilidad, etc.

En lo que respecta a los test de campo, se han utilizado muchos protocolos diferentes para evaluar la estabilidad del tronco. Teniendo en cuenta sus características principales, pueden agruparse en tres metodologías diferentes (Vera-Garcia et al., 2015,2019): i) *test de control postural lumbopélvico*, basadas en conceptos clínicos de estabilidad/inestabilidad de la columna vertebral y que miden la capacidad de mantener una posición lumbopélvica determinada en decúbito supino, (i.e *Double-leg Lowering Test* y el *Sahrmann Core Stability Test*); ii) *pruebas de equilibrio corporal general*, que evalúan la capacidad de controlar el movimiento y la posición del cuerpo para permitir una transferencia óptima de fuerza de las extremidades inferiores a las extremidades superiores a través del tronco y normalmente se realizan en posición de apoyo unipodal (i.e *Three Plane Core Strength Test*); y iii) *test de condición muscular del tronco*, que generalmente miden la resistencia isométrica del tronco, como la prueba de Biering-Sorensen. A pesar de su bajo coste y fácil aplicación, algunas de estas pruebas de campo han mostrado varias limitaciones metodológicas (i.e. baja fiabilidad, escasa sensibilidad, falta especificidad, etc.)

Para superar estas limitaciones, Barbado et al., (2018) proponen un nuevo método basado en la acelerometría integrada en los smartphones. Esta herramienta destaca por sus buenos valores relativos y absolutos de fiabilidad, bajo coste, facilidad para su

transporte y su uso, además de que permite valorar de forma más específica la estabilidad de la región lumbopélvica en ejercicios de estabilidad del tronco, tanto realizados en suelo como en posiciones más funcionales. Además, la acelerometría parece una herramienta útil para categorizar individuos en función de su estabilidad del tronco, individualizar objetivamente programas de intervención, así como para observar la eficacia de dichos programas (Barbado et al., 2018; Heredia-Elvar et al., 2021; Vera-Garcia et al, 2020).

Teniendo en cuenta la importancia de la estabilidad del tronco en algunos de los ejercicios más comunes utilizados en cross-fit, se desarrollaron dos programas de entrenamiento de *core stability* utilizando ejercicios más funcionales (i.e. press-pallop) que los tradicionales ejercicios de estabilidad del tronco (i.e. puentes) y variando la intensidad de los ejercicios (i.e. uso de diferentes gomas elásticas) en dos grupos de entrenamiento (alto control y bajo control postural del tronco). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de estos dos programas sobre la estabilidad del tronco mediante la acelerometría integrada en los smartphones (Barbado et al., 2018) y analizar la transferencia de estos sobre el rendimiento, evaluado con el lanzamiento de balón medicinal.

2. Metodología

Participantes

La muestra en esta intervención estuvo conformada por un total de 19 participantes voluntarios sanos, 15 hombres y 4 mujeres (edad: $35,57 \pm 4,22$ años; altura: $173,7 \pm 9,56$ cm; masa: $74,07 \pm 13,55$ kg). Todos practicantes tenían un nivel amateur de crossfit. Antes de iniciar la intervención, todos los participantes fueron informados de los riesgos del estudio y firmaron un consentimiento informado y se les solicitó que continuaran con su nivel de actividad física habitual.

Diseño

Los participantes realizaron dos sesiones de evaluación (Pre 1 y Pre 2) con una separación de 1 semana entre ambas (Figura 1). A la semana siguiente comenzaron un programa de entrenamiento de tres sesiones a la semana durante cuatro semanas. Al finalizar el entrenamiento, realizaron una última sesión de evaluación (post 1) con las mismas características que las primeras.

De los 19 voluntarios que participaron en el estudio, 16 de ellos completaron más de un 90% de las sesiones (11 de las 12 sesiones). Tres participantes no alcanzaron el mínimo de sesiones requerido (80%) para ser incluidos en el análisis, siendo el COVID-19 la causa más común de abandono.

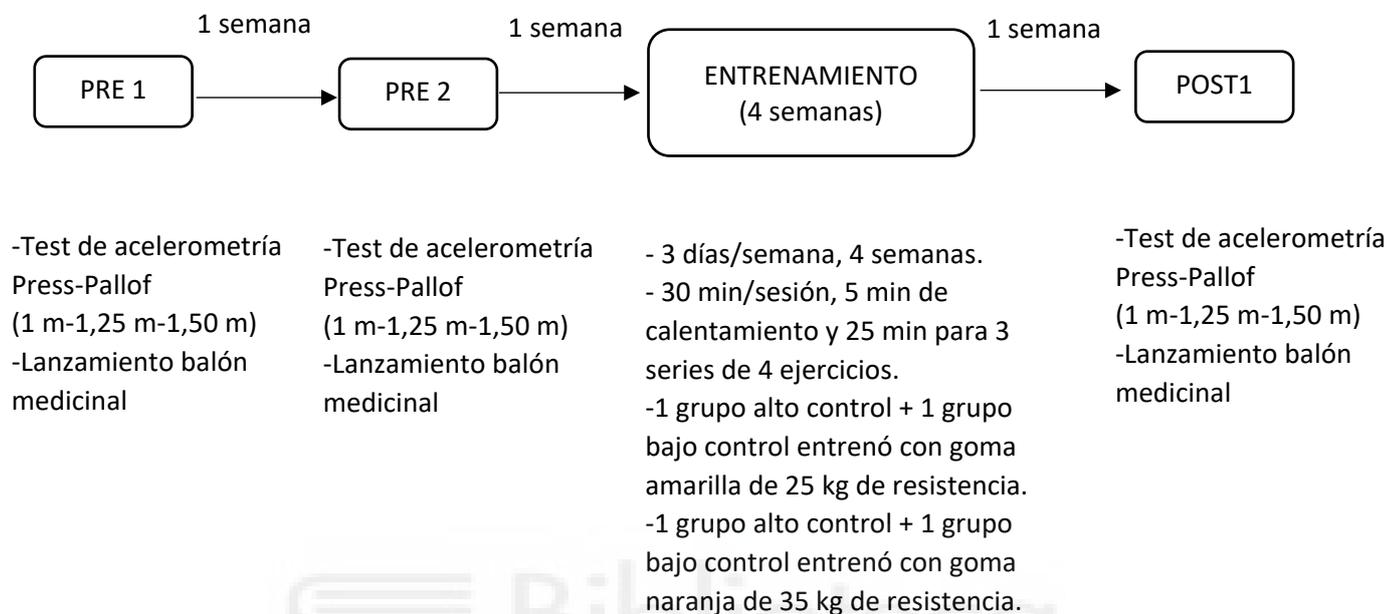


Figura 1: Diseño de la intervención realizada para mejorar la estabilidad del tronco.

Para llevar a cabo el estudio se dividió a los participantes en dos grupos (alto control y bajo control postural del tronco) en función de los resultados en los test de acelerometría de press-palloy realizados en la segunda sesión de la evaluación preentrenamiento. Cada uno de los grupos fue dividido a su vez en dos subgrupos que entrenaron con una goma de dos intensidades diferentes, una amarilla y una naranja de 25 kg y 35 kg de resistencia, respectivamente.

Procedimiento

Los participantes realizaron dos sesiones de evaluación preentrenamiento que consistieron en la realización de dos test:

Test de lanzamiento de balón medicinal (Ikeda et al., 2006): El participante se colocó con un pie delante y otro detrás. En dicha posición, llevaba la pelota hacia la parte posterior de la cadera con los brazos casi extendidos, rotando el tronco y a máxima velocidad lanzaba el balón medicinal hacia delante invirtiendo los movimientos mencionados. El balón utilizado fue de 4 kg (Figura 2).



Figura 2. Test de lanzamiento de balón medicinal

Test de acelerometría Press-Palloy (McGill et al., 2009): Cada participante realizó un *Press Palloy*, colocando los pies a la anchura de los hombros aproximadamente, las rodillas ligeramente flexionadas y agarrando la goma a la altura del pecho (Figura 3A). Desde esta posición, los participantes tenían que extender los brazos completamente manteniendo la posición durante 15 s (Figura 3B). Se realizó con la goma de 25 kg a tres distancias diferentes: 1 m, 1,25 m y 1,5 m. Durante los 15 s se evaluó el control postural mediante un acelerómetro integrado en un smartphone situado en la zona lumbar del participante.

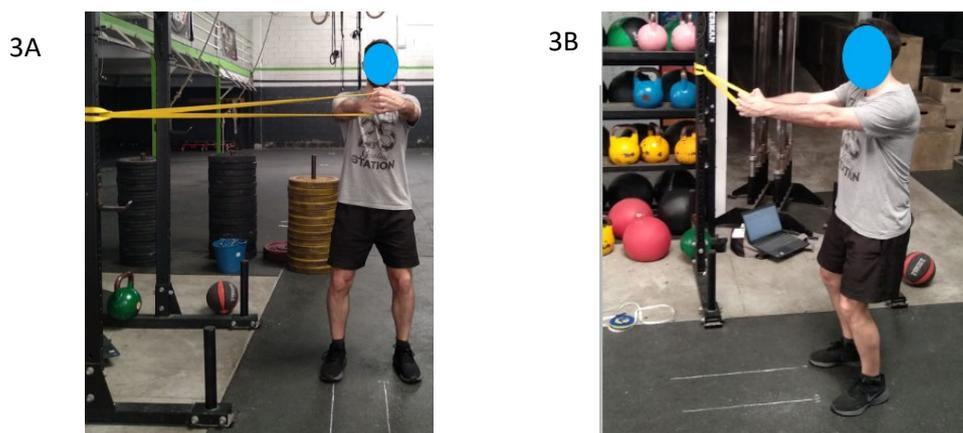


Figura 3. Test de acelerometría Press Palloy. A. Vista frontal; B. Vista lateral

Tras las evaluaciones iniciales, los participantes realizaron un programa de entrenamiento de tres sesiones a la semana durante cuatro semanas. La duración de las

sesiones fue de media hora, con un calentamiento general (rotación de hombros, sentadillas y zancadas con rotación de tronco) y cuatro ejercicios realizados en circuito:

Press-Palloy (Figura 4): El participante se colocó en bipedestación con los pies separados una distancia ligeramente superior a la anchura de los hombros a una distancia aproximada de $1,10 \pm 0,15$ m del punto de amarre de la goma. Partiendo de la posición en la que el participante sujetaba con ambas manos la goma junto al pecho, este tenía que realizar una acción de extensión-flexión de codos, con una cadencia en el movimiento de 2 s en extensión y 1 s en flexión. Se realizaron 8 repeticiones del movimiento para cada lado.

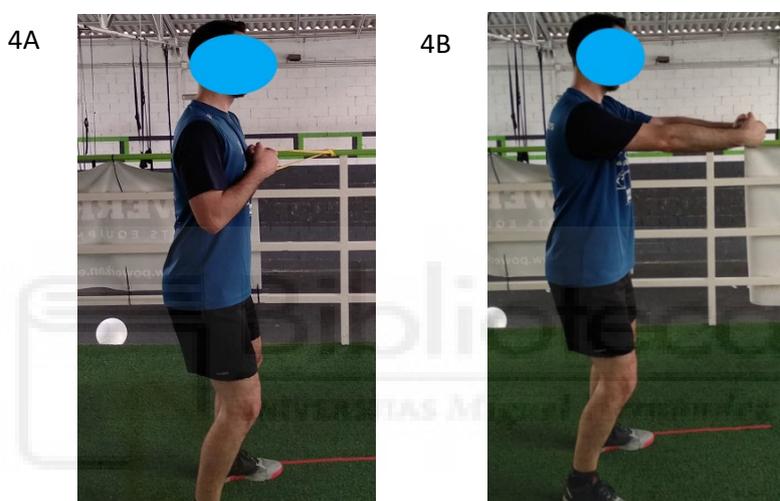


Figura 4. *Press-Palloy*. A. Posición inicial; B. Posición final.

Leñadores (Figura 5): El participante se colocó en bipedestación con los pies separados una distancia ligeramente superior a la anchura de los hombros y a una distancia aproximada de $1,10 \pm 0,15$ m del punto de amarre de la goma. Partiendo de la posición en la que el participante sujetaba con ambas manos la goma con los brazos extendidos hacia la estructura donde estaba amarrada la goma, tenía que realizar una rotación de todo el cuerpo de 180° . Se realizaron 8 repeticiones del movimiento para cada lado.

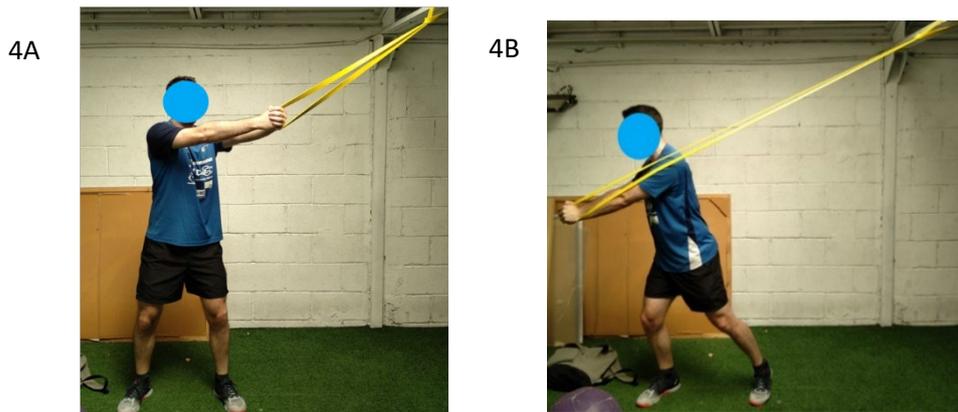


Figura 5. Leñadores. A. Posición inicial; B. Posición final.

Press-Palloy en asiento inestable (Figura 6): El participante se colocó sentado sobre un balón “wall ball” de los utilizados en crossfit con los pies separados una distancia ligeramente superior a la anchura de los hombros a una distancia aproximada de $1,10 \pm 0,15$ m del punto de amarre de la goma. Al igual que en el primer ejercicio, partiendo de la posición en la que el participante sujetaba con ambas manos la goma junto al pecho, este tenía que realizar una extensión-flexión de codos, con una cadencia en el movimiento de 2 s en extensión y 1 s en flexión. Se realizaron 8 repeticiones del movimiento para cada lado.

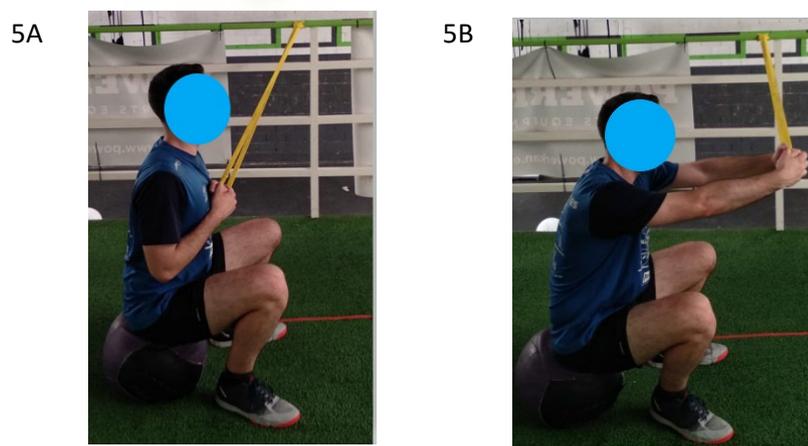


Figura 6. Press-Palloy en asiento inestable. A. Posición inicial; B. Posición final.

Lanzamiento lateral de balón medicinal (Figura 7): El participante se colocó en bipedestación, con un pie delante y otro detrás, colocándose de manera lateral a la pared hacia la que se lanzaba. Partiendo con los brazos casi completamente extendidos y

agarrando el balón con ambas manos a la altura de la cadera, el participante debía lanzar el balón medicinal a máxima velocidad hacia delante, con una rotación de tronco. Se realizaron 8 lanzamientos con cada lado.

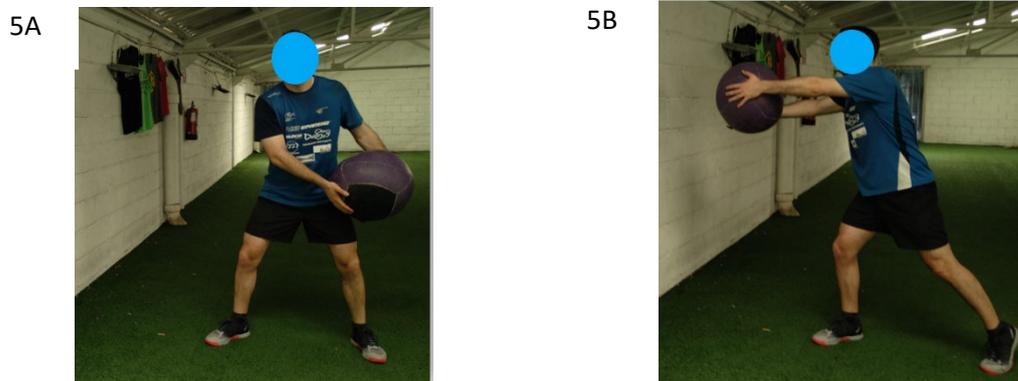


Figura 7. Lanzamiento lateral de balón medicinal. A: posición inicial, B: posición final.

Tratamiento de datos

En el test de lanzamiento lateral de balón medicinal, realizado con “trenas Balón Medicinal de Goma Pro – 4 kg”, la distancia fue medida con una cinta métrica de 20 m, observando la parte más atrasada del balón en el momento de contactar con el suelo.

En el test de press pallof, realizado con la goma de 25 kg, se obtuvo la media de la aceleración con la aplicación “CoreMaker”, actualmente en desarrollo por investigadores de la Universidad Miguel Hernández de Elche. El dispositivo utilizado fue un “Iphone SE”, anclado con un cinturón al sujeto en la parte posterior de la pelvis y situado en la parte central a la altura de la articulación sacro-iliaca (Figura 8).



Figura 8. Posicionamiento del dispositivo para medir la aceleración durante el test de Press Pallof.

Análisis de datos

Se analizó la normalidad de los datos de aceleración del Press-Palloy y del lanzamiento lateral de balón medicinal mediante el test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors ($p > .05$). Los estadísticos descriptivos incluyendo medias y desviaciones típicas se calcularon para ambos test, y la aceleración de la pelvis en cada distancia (1 m, 1.25 m y 1.5 m). La consistencia de los datos se evaluó a través del error típico (SEM) y el coeficiente de correlación intra-clase (ICC), con los límites de confianza del 95%. Una hoja de excel diseñada por Hopkins (2015) fue utilizada para analizar la fiabilidad test-retest. Los valores de ICC se interpretaron siguiendo el siguiente criterio: excelente (0.90-1.00), bueno (0.70-0.89), moderado (0.50-0.69) y bajo (< 0.50) (Munro, 2005).

Para el estudio de la diferencia de medias y grupos se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas de dos factores. Un factor intra-sujeto (pre-entrenamiento y post-entrenamiento) que permitía analizar las diferencias en el control postural y en el lanzamiento del balón medicinal después del periodo de entrenamiento, en función de dos factores inter-sujetos: goma amarilla (25 kg) y goma naranja (35 Kg) y grupo bajo control y grupo alto control postural del tronco.

El análisis de datos fue realizado con el programa SPSS (versión 22, SPSS Chicago, Illinois, USA) con un nivel de significación de 0.05.

3. Referencias

1. Andersen, V., Fimland, M. S., Brennsset, Ø., Haslestad, L. R., Lundteigen, M. S., Skalleberg, K., & Saeterbakken, A. H. (2014). Muscle activation and strength in squat and Bulgarian squat on stable and unstable surface. *International Journal of Sports Medicine*, 35(14), 1196-1202.
2. Andersen, V., Fimland, M. S., Gunnarskog, A., Jungård, G. A., Slåttland, R. A., Vraalsen, Ø. F., & Saeterbakken, A. H. (2016). Core muscle activation in onearmed and two-armed kettlebell swing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1196-1204.
3. Barbado, D., Barbado, L. C., Elvira, J. 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 & Posture*, 49, 90-96.
4. Barbado, D., Irlés-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), e0208262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208262>
5. Calatayud, J., Borreani, S., Colado, J.C., Martín, F., Rogers, M.E., Behm, D.G., et al. (2014) Muscle Activation during Push-Muscle Activations during Push-Ups with Different Suspension Training Systems. *Journal of Sport Science and Medicine*, 13:502–10
6. Calatayud, J., Borreani, S., Martin, J., Martin, F., Flandez, J., & Colado, J. C. (2015). Core muscle activity in a series of balance exercises with different stability conditions. *Gait & Posture*, 42(2), 186-192.
7. Chulvi-Medrano, I., García-Massó, X., Colado, J. C., Pablos, C., de Moraes, J. A., & Fuster, M. A. (2010). Deadlift muscle force and activation under stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2723-2730
8. Ekstrom, 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 & Sports Physical Therapy*, 37(12), 754-762.
9. Fleiss, Joseph L. (1999). *The Design and Analysis of Clinical Experiments*

- (Fleiss/The Design) || Stratification to Control for Prognostic Variables.149–185,ch6
10. García-Vaquero, M. P., Juan-Recio, C., Irlles B., López-Plaza, D., López, J.L., Barbado, D., et al. Análisis de ejercicios de estabilización del tronco mediante evaluación electromiográfica y posturográfica. En: comunicación presentada en el Congreso JAM Sport. Valencia;2018.
 11. García-Vaquero, M. P., Moreside, J. M., Brontons-Gil, E., Peco-González, N., & Vera-Garcia, F. J. (2012). Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *Journal of Electromyography. And Kinesiology*. 22, 398–406. doi: 10.1016/j.jelekin.2012.02.017
 12. Gouttebauge, V. & Zuidema, V. (2018). Prevention of musculoskeletal injuries in recreational field hockey: the systematic development of an intervention and its feasibility. *BMJ Open. Sport Exercise and Medicine*. 4:e000425. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000425
 13. 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, 751569. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.751569>
 14. Ikeda, Y., Kijima, K., Kawabata, K., Fuchimoto, T., & Ito, A. (2007). Relationship between side medicine-ball throw performance and physical ability for male and female athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 99(1), 47–55. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0316-4>
 15. Khaiyat, O. A. & Norris, J. (2018). Electromyographic activity of selected trunk, core, and thigh muscles in commonly used exercises for ACL rehabilitation. *Journal of Physical Therapy and Science*. 30, 642–648. doi: 10.1589/jpts.30.642
 16. Kibler W.B., Press, J., and Sciascia A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3):189-98. doi: 10.2165/00007256-200636030-00001. PMID: 16526831.
 17. Koumantakis, G., Watson, P., & Oldham, J. (2005). Trunk Muscle Stabilization Training Plus General Exercise Versus General Exercise Only: Randomized Controlled Trial of Patients with Recurrent Low Back Pain. *Physical Therapy*, 85(3):209–25.
 18. McGill, S. M., Karpowicz, A., Fenwick, C. M., & Brown, S. H. (2009). Exercises

- for the torso performed in a standing posture: spine and hip motion and motor patterns and spine load. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 455- 464.
19. Moreside, J. M., Vera-Garcia, F. J. & McGill, S. M. (2007). Trunk Muscle Activation Patterns, 15 Lumbar Compressive Forces, and Spine Stability When Using the Bodyblade. *Physical Therapy*, 87(2).
 20. Munro, B. H. (2005). *Statistical Methods for Health Care Research*: Lippincott Williams & Wilkins.
 21. Parkhouse, K.L. & Ball, N. (2011). Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field-based fitness tests. *J Bodyw Mov Ther.*;15(4):517–24.
 22. Reed, C., Ford, K., Myer, G. & Hewett, T. (2012). The Effects of Isolated and Integrated “Core Stability” Training on Athletic Performance Measures: A systematic Review. *Sport Medicine*, 42(8):697–706.
 23. Saeterbakken, A. H., Andersen, V., Brudeseth, A., Lund, H., y Fimland, M. S. (2015). The effect of performing bi-and unilateral row exercises on core muscle activation. *International Journal of Sports Medicine*, 94(11), 900-905.
 24. Saeterbakken, A. H., Stien, N., Pedersen, H. & Andersen, V. (2019). Core Muscle Activation in Three Lower Extremity With Different Stability Requirements. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
 25. Sandrey, M. A. & Mitzel J. G. (2013). Improvement in Dynamic Balance and Core Endurance after a 6-Week Core-Stability-Training Program in High School Track and Field Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22(4):264–71.
 26. Sato, K. & Mokha M. (2009). Does core strength training influence running kinetic, lowextremity stability, and 5000-M performance in runners? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1):133–40
 27. Sharma, A., Geovinson S. G. & Singh Sandhu, J. (2012). Effects of nine-week core strengthening exercise program on vertical jump performances an static balance in volleyball players with trunk instability. *J Sport Med Phys Fit*, 52:606–15.
 28. Stanton, R., Reaburn, P., & Humphries, B. (2004). The Effect of Short-Term Swiss Ball Training on Core Stability and Running Economy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3):522–8

29. Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. L. (2015). Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(3), 130-137
30. Vera-García F. J., Barbado, D. & Moya M. (2014). Trunk stabilization exercises for healthy individuals. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum*, 16:200–11
31. Vera-García F.J., López-Plaza, D., Juan-Recio, C. & Barbado, D. (2019) Tests to Measure Core Stability in Laboratory and Field Settings: Reliability and Correlation Analyses. *J Appl Biomech*, 1;35(3):223-231. doi: 10.1123/jab.2018-0407.
32. Vera-García, F. J., Irlés-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*, 120(3), 567–577. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04313-9>
33. Vera-García, F. J., Moreside, J. M., Parodi, B. F., & McGill, S. M. (2007). Activación de los músculos del tronco durante situaciones que requieren de la estabilización del raquis. Estudio de caso único. *Apunts Educación Física y Deportes*, (87), 14- 26.
34. Vera-García, F. J., Ruiz-Pérez, I., Barbado, D., Juan-Recio, C., & McGill, S. M. (2014). Trunk and shoulder emg and lumbar kinematics of medicine-ball side throw and side catch and throw. *European Journal of Human Movement*, 33, 93-109.