

Article

Actividad Electromiográfica del Recto Abdominal durante una Flexión de Brazos en Suspensión Comparada con los Ejercicios Tradicionales

Ronald L. Snarr, Michael R. Esco, Emily V. Witte, Christopher T. Jenkins y Robert M. Brannan

Human Performance Laboratory, Department of Physical Education and Exercise Science, Auburn University at Montgomery, Montgomery, AL, USA

RESUMEN

Snarr RL, Esco MR, Witte EV, Jenkins CT, Brannan RM. La Actividad Electromiográfica del Recto Abdominal durante una Flexión de Brazos en Suspensión Comparada con los Ejercicios Tradicionales. JEPonline 2013;16(3):1-8. El propósito de este estudio fue comparar la Actividad Electromiográfica (EMG) del recto abdominal (RA) mediante tres ejercicios diferentes (es decir, flexión de brazos en suspensión (FBS), flexión de brazos estándar (FB) y crunch abdominal (C)). Los voluntarios para este estudio fueron quince personas aparentemente sanas: hombres ($n = 12$, edad = 25.75 ± 3.91 años) y mujeres ($n = 3$, edad = 22.33 ± 1.15). Los sujetos realizaron cuatro repeticiones de FBS, FB y C. El orden de los ejercicios fue aleatorio. El promedio máximo de la actividad EMG del RA fue registrado en las cuatro repeticiones de cada ejercicio. Se analizaron los valores brutos (mV) y normalizados (%CVM). Los resultados de este estudio demostraron que las FBS y los C provocaron una activación del RA significativamente mayor ($P < 0.05$) informada como valores brutos (2.2063 ± 1.00198 mV y 1.9796 ± 1.36190 mV, respectivamente) y normalizados ($68.0 + 16.5\%$ y $52 + 28.7\%$, respectivamente) comparados con las FB (0.8448 ± 0.76548 mV y $21 \pm 16.6\%$). Las FBS y los C no fueron significativamente diferentes ($P > 0.05$). Esta investigación indicó que las FBS y los C proporcionaron similares niveles de activación del RA que fueron significativamente mayores a las FB.

Palabras Clave: Entrenamiento de suspensión, EMG, Ejercicio, Core

INTRODUCCIÓN

Anteriores tendencias relacionadas con fuerza y acondicionamiento se enfocaron principalmente en ejercicios diseñados específicamente para deportes (patear, saltar, lanzar y empujar) y no para el entrenamiento específico del core (9). Sin embargo, la reciente bibliografía científica del deporte indica que el fortalecimiento del core conduce a una mayor transferencia de potencia a las extremidades durante los movimientos funcionales que se manifiesta en un mejor rendimiento deportivo (1,13,16,19). Durante una práctica atlética, debe actuar el cuerpo completo como unidad reactiva

funcional para producir ritmo, velocidad, agilidad y fuerza (19). Además, el aumento de la fuerza del core puede también prevenir lesiones, mejorar la coordinación y ayudar a asegurar una adecuada función y protección de la columna (4,12,18,20,23). Por lo tanto, desde un punto de vista funcional y de salud, se garantiza una nueva investigación de ejercicios diseñados para la musculatura del core.

La flexión de brazos tradicional (FB) es uno de los ejercicios más conocidos para la musculatura del tren superior (por ejemplo, pectoral mayor, tríceps braquial y deltoides anterior). Con frecuencia se usa como prueba para medir la resistencia muscular del tren superior (11). Es interesante señalar que varios estudios han demostrado que la flexión de brazos tradicional también proporciona un desafío isométrico a la musculatura de la pared abdominal (2,12) que tiene una mayor activación con la introducción de un sistema de suspensión (8). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones se han concentrado en modalidades ya establecidas y diseñadas para desafiar la estabilidad de los músculos del core, tales como la Pelota Suiza o BOSU. Hasta ahora hay muy poca investigación que estudie los efectos de la flexión de brazos con sistema de suspensión (FBS) sobre la actividad electromiográfica (EMG) de la musculatura del core.

Entre los pocos datos de esta área se encuentran los de Beach et al. (2) quien comparó la actividad EMG del recto abdominal (RA) entre FB y FBS. Los resultados indicaron que durante las FBS el RA fue reclutado en un grado significativamente mayor que con las FB. Sin embargo, se necesitan más investigación para determinar si las FBS activan el RA al nivel de los ejercicios abdominales tradicionales. El propósito de este estudio fue comparar la respuesta EMG del RA durante tres ejercicios: FBS, FB y crunch abdominal tradicional (C). En esta investigación se utilizó el C con propósitos comparativos ya que éste sirve en la actualidad de ejercicio estándar con el que la mayoría de otros ejercicios se comparan al investigar la actividad del RA (12, 18, 22). Se planteó la hipótesis de que las FBS provocarían una mayor activación del RA en comparación con las FB y el C.

MÉTODOS

Sujetos

Los voluntarios para este estudio fueron quince personas aparentemente sanas: hombres (n=12) y mujeres (n = 3). Se muestran estadísticas descriptivas en la Tabla 1. Se les solicitó a todos los sujetos que completaran un cuestionario de historia de salud y firmaran un consentimiento informado. Se les permitió participar a todos los que no tuvieran disfunciones del aparato locomotor, problemas cardiovasculares o enfermedades metabólicas. El estudio fue aprobado por la Junta de Revisión Institucional de la Universidad Auburn en Montgomery.

Tabla 1. Datos Descriptivos de los Sujetos

Condiciones	Masculinos	Femeninos	Todos
Edad (años)	25.75 ± 3.91	22.33 ± 1.15	25.27 ± 3.86
Altura (cm)	179.08 ± 7.74	172.67 ± 6.43	177.8 ± 7.75
Peso (kg)	81.17 ± 7.28	66.33 ± 8.33*	78.2 ± 9.45
IMC	25.35 ± 2.33	22.23 ± 2.38*	24.73 ± 2.59

Procedimientos

Electromiografía de Superficie

La actividad electromiográfica fue registrada utilizando un Sistema de monitoreo Fisiológico Inalámbrico MP BioNomadix (Biopac System, Inc., Goleta, CA). Dos electrodos de superficie de Ag-AgCl (Biopac EL504, Biopac Inc. de Goleta, CA) se colocaron 2 cm a la derecha del ombligo y 3 cm de distancia (verticalmente) directamente sobre las fibras musculares. Un electrodo de superficie de suelo fue ubicado directamente sobre la espina iliaca anterosuperior derecha. Antes de colocar los electrodos, la piel fue debidamente preparada afeitándola (en caso necesario), exfoliándola y limpiándola con toallitas con alcohol para reducir cualquier impedancia. Se tomaron muestras de las señales EMG a una velocidad de 1.000 kHz utilizando el software Acqknowledge 4.2 (Biopac, Inc., Goleta, CA). Los valores EMG fueron almacenados en una PC Dell para su análisis.

Pruebas de Ejercicios

Los sujetos fueron instruidos en la técnica de ejercicio de FBS, FB y C. Si los ejercicios no se completaban con la técnica correcta, los datos no eran usados en el proceso de recopilación. Antes de las pruebas de ejercicio, se determinó una contracción voluntaria máxima (CVM) del RA para permitir normalizaciones de los datos de la EMG (% CVM). Para obtener estos valores, los sujetos adoptaron una posición supina sobre una colchoneta con las rodillas flexionadas en un ángulo de 90 ° y con los brazos cruzados sobre el pecho. Luego, los sujetos intentaron sentarse mientras el investigador ofrecía resistencia para evitar movimiento. Después de que se registró la CVM, los sujetos realizaron los ejercicios.

Flexión de Brazos en Suspensión (FBS)

Un dispositivo de suspensión (TRX ® Suspensión Trainer®, Fitness Anywhere, LLC) se anexa por la parte superior a una máquina estándar Smith. Las manijas del dispositivo de suspensión se colocaron a la altura del step (en el que se colocaron los pies de los sujetos durante el ejercicio) para asegurar que las manos y los pies estaban en el mismo nivel mientras se realizaban las flexiones. Los sujetos luego asumieron una posición de flexión de brazos estándar con sus manos colocadas en los mangos del dispositivo de suspensión (posición inicial) que eran ligeramente más anchos que el ancho entre los hombros. Se instruyó a los sujetos a realizar una flexión de brazos mientras mantenían una posición neutral de la columna con los pies juntos. Para que la prueba fuese registrada, el pecho del sujeto alcanzaba el nivel de las manos en la parte de transición de cada repetición (es decir, entre las fases concéntrica y excéntrica).

Flexión de Brazos Estándar (FB)

Todas las flexiones de brazos tradicionales fueron realizadas sobre una superficie estable y plana y con las manos ubicadas a una distancia ligeramente mayor a la de los hombros y los dedos apuntando hacia adelante. Durante la flexión de brazos estándar, se instruyó al sujeto a bajar la parte superior del cuerpo hasta que el pecho estuviera a 2 pulgadas del suelo. Si no se alcanzaba la profundidad correcta, el ejercicio se repetía.

Crunch Abdominal (C)

Para realizar el crunch se instruyó a los sujetos a recostarse en posición supina con las rodillas flexionadas a 90°, los pies planos sobre el suelo y los brazos cruzados sobre el pecho. Luego los sujetos flexionaron la columna para elevar la cabeza y los hombros hasta que el ángulo inferior de la escápula dejó de tocar la colchoneta. Luego los sujetos volvieron a la posición inicial.

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados utilizando la versión 18.0 SPSS/PASW Statistics (Somers, NY). Se utilizó el análisis de varianza de mediciones repetidas (ANOVA) para determinar si había diferencias entre los valores EMG del RA brutos (mV) y los normalizados (%MVC) a lo largo de los tres ejercicios. Las pruebas de seguimiento de Bonferroni se utilizaron para examinar aún más las diferencias. A priori se fijó un valor estadístico de $P < 0.05$.

RESULTADOS

Todos los sujetos completaron exitosamente cada prueba de ejercicio. La actividad del RA durante los ejercicios de FBS, FB y C fue 2.21 ± 1.00 mV, 0.84 ± 0.77 mV, y 1.98 ± 1.36 mV, respectivamente (Figura 1). Al ser normalizados para obtener la CVM, la actividad del RA durante FBS, FB y C fue de $68.0 \pm 16.5\%$, $21 \pm 16.6\%$, y $52 \pm 28.7\%$, respectivamente (Figura 2). Los valores brutos y %CVM fueron inferiores durante FB comparados con FBS y C ($P < 0.05$). Las diferencias entre FBS y C en los valores del RA brutos y normalizados no fueron significativos ($P > 0.05$).

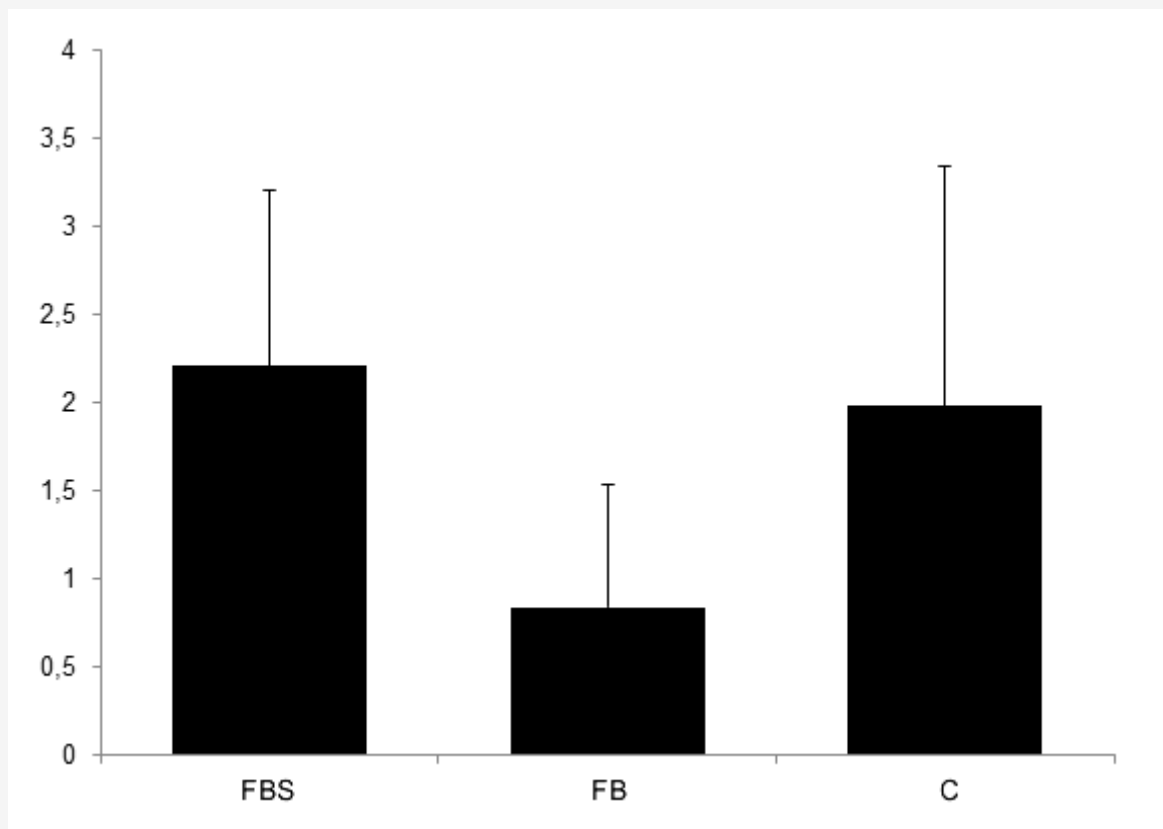


Figura 1. Comparación de la Actividad Electromiográfica (mV) del Recto Abdominal Por Medio de Tres Pruebas de Ejercicios: Flexión de Brazos en Suspensión (FBS); Flexión de Brazos Tradicional (FB); y Crunch. *FB fue significativamente inferior a FBS y C ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue determinar si las FBS provocaban mayor activación del RA comparándolas con las FB y el C. Nuestros hallazgos fueron consistentes con un estudio anterior de Beach et al. (2) en el que el RA se activó a un grado significativamente mayor durante las FBS en comparación con las FB. Sin embargo, el hallazgo más importante de esta investigación amplia informes anteriores al demostrar un nivel de activación del RA similar durante las FBS comparado con el C, un ejercicio abdominal tradicional.

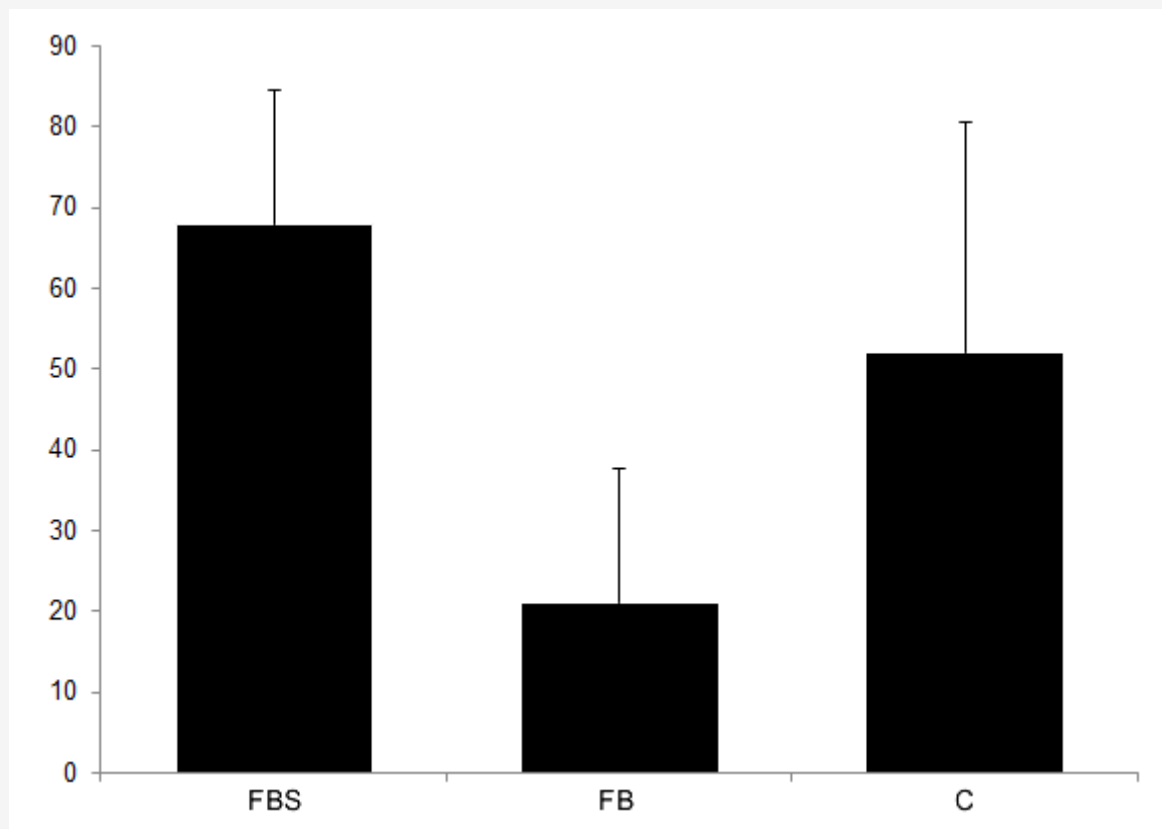


Figura 2. Comparación de la Actividad Electromiográfica (%CVM) del Recto Abdominal Mediante Tres Pruebas de Ejercicios: Flexión de Brazos en Suspensión (FBS); Flexión de Brazos Tradicional (FB); y Crunch. *FB fue significativamente inferior a FBS y C ($P < 0.05$).

Los dispositivos de ejercicio diseñados para desafiar la estabilidad son tendencias relativamente recientes para aumentar la fuerza del core y mejorar la coordinación, el equilibrio y el rendimiento deportivo (21). Estos dispositivos se utilizan normalmente para la realización de ejercicios abdominales específicos, aunque existe evidencia contradictoria acerca de si estas piezas inestables de los equipos tienen un efecto significativo sobre la estabilidad del core. Varios estudios informan un aumento del desafío a la activación de la pared abdominal con los dispositivos de entrenamiento de la inestabilidad (3, 6, 22). Por ejemplo, Duncan (6) demostró que la actividad del RA fue mayor cuando el C se realizó en una Pelota Suiza que cuando se realizó en el suelo. Sin embargo, varios otros estudios mostraron hallazgos opuestos (18, 21), algunos autores sugieren que los dispositivos de estabilidad podrían, en realidad, ayudar al sujeto a realizar el movimiento abdominal específico (24).

Estudios adicionales han demostrado que cuando se realizan los movimientos del tren inferior en cadena cinética cerrada (ej. sentadillas y peso muerto) sobre dispositivos inestables, la activación del RA disminuye en comparación con el enfoque tradicional (10,17,25). Esto es principalmente debido a una disminución de la producción de fuerza y un menor desplazamiento de carga cuando se realizaron los ejercicios en el entorno inestable. Sin embargo, en el estudio actual, el dispositivo de suspensión aumentó la actividad del RA en la flexión de brazos. Al igual que en nuestros hallazgos, Marshall y Murphy (15) demostraron un aumento en la activación del RA cuando se realizaron flexiones de brazos con las manos colocadas sobre una Pelota Suiza. Además, Freeman et al. (8) demostró un aumento de 2,5 veces en la activación del RA cuando se realizaron flexiones con cada mano colocada sobre una pelota de baloncesto. Por lo tanto, parece razonable considerar que cuando los movimientos de resistencia de peso corporal de las extremidades superiores, como las FB, se llevan a cabo en los dispositivos inestables, hay una mayor producción de fuerza muscular que conduce a un aumento de la actividad del RA.

Los estudios anteriores han indicado también que la plancha o el puente prono provocaron valores más altos de activación del RA en comparación con los movimientos abdominales tradicionales, tales como el C (5,7). Por ejemplo, Lehman et al. (14) demostró una mayor activación del RA cuando el puente prono se realizó con los codos colocados sobre una pelota suiza. Por lo tanto, debido a la posición de plancha y a la naturaleza inestable del tren superior en este estudio (es decir, manos en el entrenador de suspensión), las FBS aumentaron significativamente la activación del RA.

CONCLUSIONES

Este estudio mostró que las FBS proporcionan un nivel de activación del RA que es mayor que el de las FB comparado con el C. Por lo tanto, procede a la conclusión de que las FBS se pueden utilizar como un sustituto del C y viceversa. Las personas que están interesadas en el desarrollo de un core más fuerte se pueden beneficiar de nuevos e inusuales ejercicios tales como las FBS (2,22) mientras que también reducen el riesgo de lesiones en la columna vertebral.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a TRX® (Fitness Anywhere, LLC) y a Power Systems®, Inc. por el suministro de los sistemas de suspensión TRX® Trainer® para este estudio. Los resultados del presente estudio no constituyen un aval del producto por parte de los autores o **JEPonline**.

Dirección de Contacto: Snarr RL, Human Performance Laboratory, Auburn University at Montgomery, Montgomery, AL, USA, 36124. Teléfono: (334) 244-3472; Email: rsnarr@aum.edu

REFERENCIAS

1. Akuthoka SFN. (2004). Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(3):86-92.
2. Beach TA, Howarth SJ, Callaghan JP. (2008). Muscular contribution to low-back loading and stiffness during standard and suspended push-ups. *Hum Movt Sci.* 2008;27:457-472.
3. Beim GM, Giraldo JL, Pincivero DM, Borrer MJ, Fu FH. (1997). Abdominal strengthening exercises: A comparative study. *J Sports Rehab.* 1997;6:11-20.
4. Cissik JM. (2003). Programming abdominal training, Part I. *Strength Cond J.* 2003;24:9-15.
5. Comfort P, Pearson SJ, Mather D. (2011). An electromyographical comparison of trunk muscle activity during isometric trunk and dynamic strengthening exercises. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(1):149-154.
6. Duncan M. (2009). Muscle activity of the upper and lower rectus abdominis during exercises performed on and off a Swiss ball. *J Bodywork Movt Therapies.* 2009;13:364-367.
7. Ekstom RA, Donatelli RA, Carp KC. (2007). Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthopaedic Sports Physical Ther.* 2007; 37(12):754-762.
8. Freeman S, Karpowicz A, Gray J, McGill S. (2006). Quantifying muscle patterns and spine loading during various forms of the push-up. *Med Sci Sports Ex.* 2006;38:570-577.
9. Hendrick A. (2000). Training the trunk for improved athletic performance. *Strength Cond J.* 2000; 22:50-61.
10. Hubbard D. (2010). Is unstable surface training advisable for healthy adults? *Strength Cond J.* 2010; 32(3):64-66.
11. Johnson P. (2002). Training the trunk in the athlete. *Strength Cond J.* 2002;24:52-59.
12. Juker D, McGill S, Kropf P, Steffen T. (1998). Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. *Med Sci Sports Ex.* 1998;30:301-310.
13. Kibler BW, Press J, Sciascia A. (2000). The role of core stability in athletic function. *Athl Ther Today.* 2000;5:6-13.
14. Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. (2005). Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swissball. *Chiropractic & Osteopathy.* 2005;13:14.
15. Marshall P, Murphy B. (2006). Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. *Appl Phys Nutr Metabol.* 2006;31:376-383.
16. McGill SM, Childs A, Liebenson C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: Clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80:941-944.
17. Nuzzo JL, McCaulley GO, Cormie P, Cavill MJ, McBride JM. (2008). Trunk muscle activity during stability ball and free weight exercises. *J Strength Cond Res.* 2008;22:95-102.
18. Schoffstall JE, Titcomb DA, Kilbourne BF. (2010). Electromyographic response of the abdominal musculature to varying abdominal exercises. *J Strength Cond Res.* 2010;24(12):3422-3426.
19. Shinkle J, Nesser TW, Demchak TJ, McMannus DM. (2012). Effect of core strength on the measure of power in the extremities. *J Strength Cond Res.* 2012;26:373-380.
20. Souza G, Baker L, Powers C. (2001). Electromyographic activity of selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:1551-1557.
21. Sternlicht E, Rugg S. (2003). Electromyographic analysis of abdominal muscle activity using portable abdominal exercise devices and a traditional crunch. *J Strength Cond Res.* 2003;17(3):463-468.
22. Sternlicht E, Rugg SG, Bernstein MD, Armstrong SD. (2005). Electromyographical analysis and comparison of selected abdominal

- training devices with a traditional crunch. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):157-162.
23. Tyson A. (1999). Lumbar stabilization. *Strength Cond J.* 1999;21:17-18.
24. Whiting WC, Rugg S, Coleman A, Vincent WJ. (1999). Muscle activity during sit-ups using abdominal exercise devices. *J Strength Cond Res.* 1999;13:339-345.
25. Willardson JM, Fontana FE, Bressel E. (2009). Effect of surface stability on core muscle activity for dynamic resistance exercises. *Int J Sports Phys Perform.* 2009;4:97-109.
26. Youdas JW, Budach BD, Ellerbusch JV, Stucky CM, Wait KR, Hollman JH. (2010). Comparison of muscle-activation patterns during the conventional push-up and Perfect Pushup™ exercises. *J Strength Cond Res.* 2010;24(12):3352-3362.