

Análisis de salto vertical repetido en jugadores de baloncesto

Raúl Josué Nájera Longoria

Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias de la Cultura Física, México
pfefcd@gmail.com

Lidia Guillermina De León Fierro

Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias de la Cultura Física, México
gdeleon@uach.mx

Belén Feriche Fernández-Castanys

Universidad de Granada. Facultad de Ciencias del Deporte, España
mbelen@ugr.es

Claudia Esther Carrasco Legleu

Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias de la Cultura Física, México
ccarrasco@uach.mx

Ramón Candia Lujan

Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias de la Cultura Física, México
rcandia@uach.mx

Cita sugerida: Nájera Longoria, R. J., De León Fierro, L. G., Feriche Fernández-Castanys, B., Carrasco Legleu, C. E. & Candia Lujan, B. (2015). Análisis de salto vertical repetido en jugadores de baloncesto. *Educación Física y Ciencia*, 17(2). Recuperado de <http://www.efyc.fahce.unlp.edu.ar/article/view/EFyCv17n02a04/>

Resumen

Con el propósito de analizar los cambios de la fuerza máxima explosiva en relación a la ejecución de series de salto vertical repetido (SVR) con periodos cortos de recuperación pasiva en jugadores de baloncesto, se evaluaron 12 deportistas en un protocolo de cuatro series (S) de 15-s de saltos verticales con 10-s de recuperación entre S. Se midieron la altura de salto inicial (ASI) y final (ASF) de cada S; se utilizó ANOVA de una vía con post hoc de Bonferroni para el análisis de las diferencias ASF-ASI por S y una prueba t de Student para analizar el índice de fatiga (IF) por serie. Se encontró que la diferencia ASF-ASI fue progresivamente incremental desde la S1 hasta la S4 (-2,8 ±6,2 cm, -6,8 ±4,9 cm, -8,4 ±5,6 cm y -9,3 ±5,9 cm, respectivamente), aunque la diferencia fue mayor solo en S4 con respecto a S1 (p=0,014). Es posible que los periodos de recuperación entre cada S influyeron en el mantenimiento de la fuerza muscular explosiva (FME) durante los primeros 45-s de saltos, sin embargo, la suma de estas ejecuciones generó un aumento de la fatiga al final de la prueba. La FME puede ser afectada por la suma de ejecuciones de SVR aun con la inclusión de periodos cortos de recuperación entre series. La relación trabajo-recuperación en baloncesto es un factor que debe considerarse para planificar el entrenamiento en jugadores de baloncesto.

Palabras clave: Fuerza muscular explosiva; Salto vertical; Baloncesto.

Analysis of repeated vertical jump in basketball players

Abstract

In order to analyze the effectiveness of explosive maximal strength related to repeated vertical jump (SVR by its abbreviations in Spanish) with short periods of passive recovery in basketball players, 12 athletes were evaluated in a protocol of four series (S) of 15-s jumps with 10-s recovery between S. Initial (ASI) and

Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.
Departamento de Educación Física

Artículo publicado bajo Licencia Creative Commons (CC) AtribuciónNoComercial-CompartirDerivadasIgual 3.0
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_AR



Recibido: 23 de julio de 2015; aceptado: 24 de noviembre de 2015; publicado: 11 de diciembre de 2015

final jump height (ASF) were measured in each S. One-way ANOVA and Bonferroni post hoc analysis were used to identify ASF-ASI differences by S and a Student t test was used to analyze fatigue index between first and final S. The difference between ASF-ASI was progressively incremental from S1 to S4 (-2,8 ±6,2 cm, -6,8 ±4,9 cm, -8,4 ±5,6 cm y -9,3 ±5,9 cm, respectively), but only in S4 the difference was significantly higher than in S1 ($p=0.014$). It is possible that the recovery periods between each S influenced the maintenance of explosive muscular strength (FME by its acronym in Spanish) during the first 45-s of exercise, however, the sum of these executions led to an increased fatigue at the end of the test. FME may be affected by the amount of executions of SVR even with the inclusion of short recovery periods, between series. Work-recovery relationship is a factor to be considered in training of basketball players.

Keywords: Explosive muscular strength; Vertical jump; Basketball.

Introducción

En disciplinas como el baloncesto, handbol y voleibol entre otros, se utiliza trabajo anaerobio para ejecutar algunos de los movimientos o situaciones propias del juego, tales como el salto vertical (SV). El SV se define como un movimiento multi-articular y balístico donde se requiere producir fuerza máxima explosiva (Aragon-Vargas & Gross, 1997; Bosco, Pekka, & V, 1983).

En algunas disciplinas deportivas, existen aspectos importantes que se deben considerar en el SV, como es el número de repeticiones que el propio deporte exige ejecutar al jugador, afectando las respuestas fisiológicas, biomecánicas y técnicas en los eventos de SV, ya sea en el entrenamiento o durante todo el encuentro deportivo. Esto ha sido la base para el diseño de estudios del rendimiento deportivo de resistencia de la fuerza máxima explosiva como el salto vertical repetido (SVR) en distintos deportes (Hespanhol, Neto, & Arruda, 2006).

Bosco ha sido uno de los pioneros en diseñar protocolos de prueba para estimar la potencia en piernas a partir de pruebas de SV. La potencia ha sido definida como el producto de la fuerza muscular producida y la velocidad con la que se ejecuta el ejercicio (Bosco, Pekka, et al., 1983; Changela & Bhatt, 2012).

El desempeño del basquetbolista depende de varios factores físicos como la velocidad, la agilidad y la capacidad de ejecución del salto vertical, entre otros. Algunos protocolos de prueba empleados en la determinación de la potencia máxima del salto en ese deporte, incluyen la ejecución de tres series de una repetición máxima en cada una, con un minuto de descanso entre cada serie. En este caso, la potencia máxima puede ser calculada a partir de fórmulas específicas utilizando principalmente la suma de los tiempos de vuelo y el número de saltos ejecutados (Hoffman, Epstein, Einbinder, & Weinstein, 2000). Otros procedimientos consisten en evaluar la resistencia de la fuerza explosiva, al ejecutar un número determinado de series de SVR durante un periodo de tiempo y separados por un tiempo de recuperación entre cada serie (Hespanhol et al., 2006). Tales protocolos pueden considerarse idóneos para la evaluación de esta capacidad en aquellos deportes que requieren el uso de ejecuciones de saltos intermitentes con periodos de recuperación entre ejecución y cuyo fenómeno se presenta en los periodos de juego del baloncesto.

El objetivo de este estudio es analizar los cambios de la fuerza máxima explosiva en relación a la ejecución de series de salto vertical repetido (SVR) con periodos cortos de recuperación pasiva en jugadores de baloncesto.

Metodología

El procedimiento fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Chihuahua y el Hospital Central del Estado en Chihuahua, México.

Sujetos. Se evaluaron 12 jugadores de baloncesto amateur, varones, saludables y sin presencia de lesiones o enfermedades al momento del estudio, con una edad promedio de 21,4

$\pm 1,4$ años, peso corporal de $79,5 \pm 10,8$ kg y estatura $180,9 \pm 4,1$ cm. Después de explicar detalladamente los procedimientos y riesgos del estudio, los sujetos firmaron una carta de consentimiento de participación voluntaria.

Instrumentos. Se utilizó un protocolo de prueba de saltos continuos diseñado por Hespanhol *et al.*, en 2006. El instrumento consistió en administrar cuatro series de 15-s de salto vertical cada una, separadas por 10-s de recuperación entre series. La técnica ese realizó con contramovimiento (CMJ por sus siglas en inglés) y sin ayuda de extremidades superiores como fue descrito por Bosco *et al.*, en 1983. El diagrama en la [figura 1](#) detalla el procedimiento.

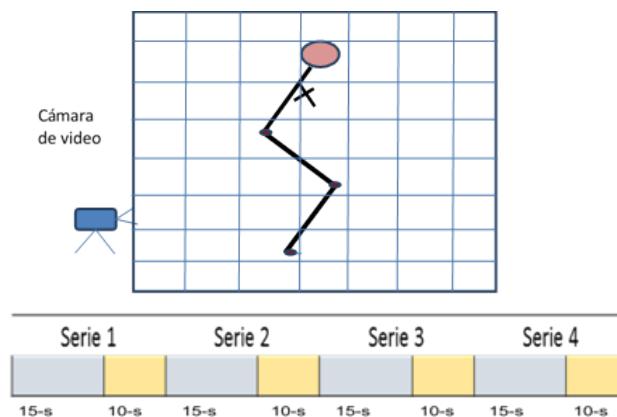
El evento se filmó con una cámara marca Nikon coolpix modelo L110 con un lente 5,0-75,0 mm a 1:3,5-5,4, a 720p de resolución y con velocidad de grabación de 30 cuadros por segundo, con la cual permitió identificar la altura de salto (AS) mediante el programa de análisis de movimiento Kinovea v 8.15 para Microsoft Windows. La cámara se colocó a una distancia de dos metros del lado derecho del sujeto y a una altura calibrada de tal manera que se observara en la pantalla, el cuerpo completo del deportista.

Procedimiento. Se solicitó al sujeto que no realizara actividad física vigorosa en las 24 horas previas a la prueba, además de no consumir alcohol y descansar con un sueño reparador la noche anterior. Para la ejecución de los saltos se les pidió llevar pantaloncillos cortos y calzado deportivo. La prueba se filmó en el interior de instalaciones deportivas.

Después de colocar la cámara, se permitió un calentamiento de hasta cinco minutos, que consistió en ejercicios de trote y estiramiento. Posteriormente se colocaron tres marcadores de referencia sobre una cinta adherible en la piel, ropa y/o zapato deportivo, que se identificaron en el siguiente orden: 1) cresta ilíaca, localizado en la parte más lateral y superior de la cresta ilíaca, 2) articulación de la rodilla, sobre el epicóndilo lateral del fémur derecho y 3) maléolo derecho, en la parte más prominente.

Antes de iniciar el protocolo, se colocó dentro de la zona de filmación un objeto de medidas conocidas que permitiera la identificación de la distancia a medir, en este caso para calcular la altura de cada salto, por lo que se utilizó la parte frontal de un cajón de 40 x 40 cm. También se marcó sobre el piso un cuadro de 50 cm para delimitar el área del salto.

Para ejecutar el protocolo de SVR se empleó la técnica de saltos CMJ, en donde se permitió la flexión de rodillas autorregulada, sin mover los pies del suelo y sin ayuda de las extremidades superiores (Bosco, Komi, Tihanyi, Fekete, & Apor, 1983; Bosco, Pekka, *et al.*, 1983; Fatouros *et al.*, 2011). A todos los participantes se les instruyó para ejecutar SVR con la máxima intensidad posible y sin pausa entre cada salto (a excepción del descanso entre cada serie). Antes de iniciar con la filmación, se permitieron hasta cinco saltos para la familiarización con el protocolo y para instruir sobre la mecánica de salto correcto.



[Figura 1.](#) Esquema representativo del protocolo de prueba del salto y puntos de referencia óseos

Análisis de movimiento. Se determinaron la altura del salto inicial (ASI) y la del salto final (ASF) de cada serie, además del índice de fatiga (IF) en los mismos tiempos, considerando:

$$IF = ((ASI-S1 - ASF-S1)/ASI-S1) \times 100$$

donde:

ASI-S1 es la altura del salto inicial de la serie 1

ASF-S1 es la altura de salto final de la serie 1.

La misma fórmula se utilizó para calcular IF en la S4 (Glaister, Howatson, Pattison, & McInnes, 2008).

Análisis estadístico. Se utilizó ANOVA de un solo factor para estudiar las diferencias entre ASF y ASI de cada serie (ASF-ASI) con una prueba post hoc con el test de Bonferroni para determinar dónde ocurrió la incidencia, además de una la prueba t de Student para comparar el IF por serie de saltos.

Resultados y discusión

El SV ha sido objeto de estudios durante décadas, ya que aunque parece una tarea sencilla, son muchos los factores que intervienen o condicionan la capacidad máxima de ejecutar SV. Algunos autores identifican el SV dado el resultado del salto como la potencia, potencia máxima e índice de fatiga; otras investigaciones se centran en ciertos factores fisiológicos-técnicos como las características del músculo esquelético activo o la cinemática implicada en el salto (Aragon-Vargas & Gross, 1997). Cualquiera que sea el abordaje de los estudios en SV, su propósito es comprender y mejorar las condiciones en las que un jugador pueda realizar ejecuciones con mayor eficiencia (Bosco & Komi, 1980; Hespanhol et al., 2006; Sands et al., 2004).

Para realizar análisis de los SV se ha establecido que existen diferentes formas en las que se puede llevar a cabo el experimento, aunque paradójicamente ningún deporte limita el uso de brazos o piernas. Para efectos de estudio, algunos autores han propuesto ciertas condiciones de ejecución del salto como: con y sin CMJ; esta técnica provoca un descenso del centro de gravedad cuando el sujeto flexiona las piernas antes de iniciar la fase de aceleración vertical hacia arriba. Otra forma de evaluar los saltos es permitir o no el balanceo de los brazos lo que ayuda a potenciar el salto (Hara, Shibayama, Takeshita, Hay, & Fukashiro, 2008); en su defecto, se ha propuesto que los brazos siempre se mantengan en el área de la cadera o colgantes a los lados del sujeto (Aragon-Vargas & Gross, 1997; Gerodimos et al., 2008; Harman, Rosenstein, Frykman, & Rosenstein, 1989).

En este estudio se realizó el salto utilizando la técnica con CMJ y con las extremidades superiores cruzadas el pecho, pero además se introdujo una forma adicional para reconocer los cambios en la fuerza máxima explosiva (FME) en SV midiendo la ASI y ASF de cada serie para identificar las diferencias entre ambos valores, de esa manera se pudo apreciar el ritmo de pérdida de la FME como resultante de un trabajo intermitente en donde se incluyen tiempos cortos de recuperación. Este diseño ha sido poco documentado en la literatura especializada en SV; lo que se ha reportado es el trabajo total en un periodo de 60-s y se aprecia el mismo fenómeno, es decir la pérdida de la fuerza máxima explosiva en piernas por efecto de la acumulación de trabajo (Hespanhol et al., 2006). El mismo factor se ha medido en un periodo de 30-s y aunque el autor no reporta ningún análisis entre la pérdida de la efectividad de salto en relación al tiempo, se aprecia que la media de la altura de salto en todo el protocolo, es menor en un 15.5% a la máxima altura alcanzada como consecuencia de los 30-s de trabajo.

En la [figura 2](#) se muestra el comportamiento de la diferencia de la ASF con respecto a la ASI en cada serie. Se observa una disminución de la potencia a medida que se avanza en la ejecución de la serie 1 hasta la serie 4, aunque tal diferencia solo es significativa en la S4 con

respecto a la S1, lo que podría ser explicado como una posible consecuencia del tiempo de ejecución en la que los sujetos han estado sometidos en las primeras series de la prueba, lo que puede desencadenar pérdida gradual de la FME.

La habilidad para mantener la potencia muscular en series de sprint repetidos depende en parte de la síntesis de fosfocreatina (PCr) así como de la capacidad amortiguadora del músculo (Bishop, Lawrence, & Spencer, 2003; Turner & Stewart, 2013).

La acción de la PCr en un ejercicio intenso y corto es fundamental, ya que la función es re fosforilar el ATP que ha sido consumido en el ejercicio. Aunque existen alrededor de 80 mmol/kg de músculo seco (Gaitanos, Williams, Boobis, & Brooks, 1993), normalmente no se utiliza todo, se asume que un sprint de 30-s consume alrededor del 83% de valor de reposo; después de cuatro minutos de recuperación y con el mismo tiempo de trabajo, los valores de PCr se han reportado en 88% de consumo del valor de reposo (Bogdanis, Nevill, Boobis, & Lakomy, 1996). Lo anterior destaca el rol de la PCr sobre el trabajo de sprint repetidos, aunque aún no es muy claro a partir de cuánto tiempo de ejercicio-recuperación. La función de la PCr es complementada por la glucólisis anaerobia, ya que se ha encontrado que durante los primeros 10-s de un ejercicio, los valores de lactato que es un subproducto de este sistema se encuentran en 4 mmol/l (Bogdanis et al., 1996).

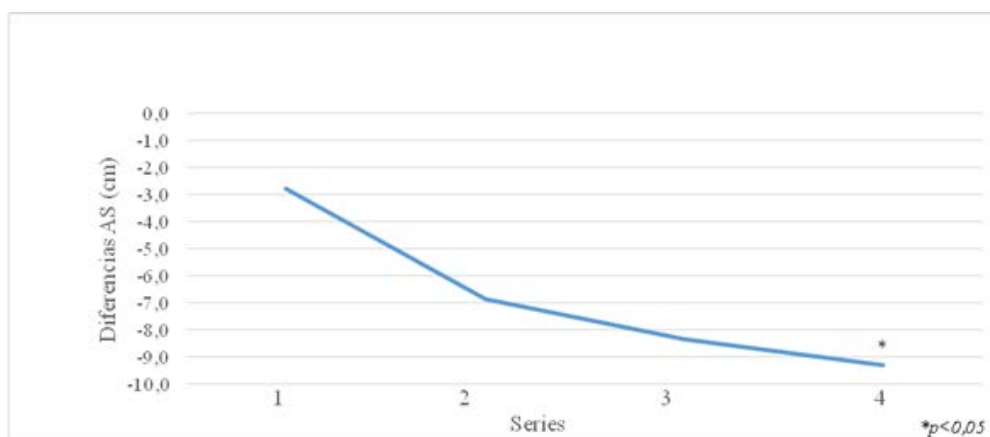


Figura 2. Diferencias entre la ASF con respecto a la ASI de cada serie
* Mayor diferencia que en serie 1.

Aunque en el presente trabajo no se hizo una determinación de lactato en sangre, es importante considerar lo que algunos estudios señalan, que éste aumenta considerablemente tras la realización de este tipo de pruebas y que constituye una evidencia de la gran actividad glucolítica en los primeros 30-s de ejercicio. Se ha documentado que el valor de $[L^+]$ aumenta hasta 15 veces el valor de reposo, a pesar del tiempo de recuperación entre cada serie, lo que supone que el tiempo de trabajo es suficiente para generar una carga tal que los valores de $[L^+]$ sobrepasan la capacidad del organismo para metabolizarlo (Gaitanos et al., 1993). Sin embargo, se ha comprobado que la fatiga muscular no es causada por la elevación de lactato sino que en realidad la relación existente con este fenómeno es la acumulación de iones H^+ lo que disminuye el pH intracelular generando inhibición de enzimas glucolíticas y limitación de procesos contráctiles en los que se involucra la capacidad de producir fuerza y la velocidad de acortamiento muscular (Barbero, Villanueva, & Bishop, 2006; Nakamaru & Schwartz, 1972; Turner & Stewart, 2013).

Al respecto se ha demostrado que después de una ingesta de bicarbonato sódico lo que induce alcalosis metabólica, los sujetos de estudio obtuvieron mayor rendimiento en una prueba de cinco sprint de 6-s con 24-s de recuperación (Bishop, Edge, Davis, & Goodman, 2004). Aunque esta teoría y los mecanismos de acción de la alcalosis sobre el rendimiento requiere ser confirmada, existe al menos un precedente que señala la posibilidad de que el H^+ este asociado con la fatiga muscular en una prueba de ejercicio intermitente.

Por otra parte, los IF calculados en este trabajo, se encuentran en la tabla 1, en la que se describen las comparaciones en porcentaje de cambio entre el IF de la S1 vs S4. Se aprecia un mayor IF en la S4 lo que parece ser un reflejo del trabajo que el sujeto ha realizado desde las etapas iniciales del protocolo. Al momento, no se ha encontrado suficiente información que reporte este tipo de análisis del fenómeno desde la perspectiva de SVR en la ASI y ASF y en su respectivo IF, lo cual es un atributo importante en jugadores de baloncesto. Los reportes encontrados indagan sobre la fuerza muscular o potencia en piernas en 15-s, 30-s o 60-s continuos sin recuperación, o bien, los reportes que incluyen recuperación en los saltos la administran en tiempos de 2 minutos, por lo que ninguno refleja el comportamiento en condiciones reales de competencia en la disciplina de baloncesto (Alemdaroğlu, 2012; Bosco, Pekka, et al., 1983; Dal Pupo et al., 2014). De ahí que es necesario considerar protocolos que incluyan periodos de saltos con recuperación más específicos en el basquetbol.

Tabla 1. Indicadores de fatiga en SVR

Sujeto	IFS1 (%)	IFS4 (%)
S1	-9,1	-56,7
S2	-31,8	-25
S3	8	-5,8
S4	-1,5	-32,7
S5	-16,6	-35
S6	-9,2	-2,4
S7	-29,4	-43,8
S8	7,9	-2,4
S9	13,1	-28,7
S10	-3,2	-22,7
S11	-22,4	-86,4
S12	-2,4	-53,8
Media	-8	-33
Desv Est	14,7	24,8
p		0,003

IFS1=índice de fatiga en serie uno; IFS4=índice de fatiga en serie cuatro.

Conclusiones

La FME puede ser afectada por la suma de ejecuciones de SVR aun con la inclusión de periodos cortos de recuperación entre series. La relación trabajo-recuperación en baloncesto es un factor que se debe considerarse para planificar el entrenamiento en jugadores de baloncesto.

Referencias Bibliográficas

- Alemdaroğlu, U. (2012). The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of human kinetics*, 31, 149-158.
- Aragon-Vargas, L., & Gross, M. M. (1997). Kinesiological factors in vertical jump performance: differences among individuals. *Journal of applied Biomechanics*, 13, 24-44.
- Barbero, J., Villanueva, A. M., & Bishop, D. J. (2006). La capacidad para repetir esfuerzos máximos intermitentes: aspectos fisiológicos (I). *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*(114), 299-304.

Bishop, D., Edge, J., Davis, C., & Goodman, C. (2004). Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(5), 807-813.

Bishop, D., Lawrence, S., & Spencer, M. (2003). Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(2), 199-209.

Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., & Lakomy, H. K. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of applied physiology*, 80(3), 876-884.

Bosco, C., Komi, P., Tihanyi, J., Fekete, G., & Apor, P. (1983). Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 51(1), 129-135.

Bosco, C., & Komi, P. V. (1980). Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 45(2-3), 209-219.

Bosco, C., Pekka, L., & V, K. P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273-282.

Changela, P. K., & Bhatt, S. (2012). The Correlational Study of the Vertical Jump Test and Wingate Cycle Test as a Method to Assess Anaerobic Power in High School Basketball Players. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(6).

Dal Pupo, J., Gheller, R. G., Dias, J. A., Rodacki, A. L., Moro, A. R., & Santos, S. G. (2014). Reliability and validity of the 30-s continuous jump test for anaerobic fitness evaluation. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(6), 650-655.

Fatouros, I., Laparidis, K., Kambas, A., Chatzinikolaou, A., Techlikidou, E., Katrabasas, I., ... Draganidis, D. (2011). Validity and reliability of the single-trial line drill test of anaerobic power in basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(1), 33.

Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). *Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise* (Vol. 75).

Gerodimos, V., Zafeiridis, A., Perkos, S., Dipla, K., Manou, V., & Kellis, S. (2008). The contribution of stretch-shortening cycle and arm-swing to vertical jumping performance in children, adolescents, and adult basketball players. *Pediatric exercise science*, 20(4), 379-389.

Glaister, M., Howatson, G., Pattison, J. R., & McInnes, G. (2008). The reliability and validity of fatigue measures during multiple-sprint work: an issue revisited. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1597-1601.

Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D., Hay, D. C., & Fukashiro, S. (2008). A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. *Human movement science*, 27(4), 636-648.

Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., & Rosenstein, R. (1989). The effects of arms and countermovement on vertical jumping: DTIC Document.

Hespanhol, J. E., Neto, S., & Arruda, M. d. (2006). Reliability of the four series 15-second vertical jumping test. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(2), 95-98.

Hoffman, J. R., Epstein, S., Einbinder, M., & Weinstein, Y. (2000). A Comparison Between the Wingate Anaerobic Power Test to Both Vertical Jump and Line Drill Tests in Basketball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 261-264.

Nakamaru, Y., & Schwartz, A. (1972). The influence of hydrogen ion concentration on calcium binding and release by skeletal muscle sarcoplasmic reticulum. *The Journal of general physiology*, 59(1), 22-32.

Sands, W. A., McNeal, J. R., Ochi, M. T., Urbanek, T. L., Jemni, M., & Stone, M. H. (2004). Comparison of the Wingate and Bosco anaerobic tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 810-815.

Turner, A. N., & Stewart, P. F. (2013). Repeat sprint ability. *Strength & Conditioning Journal*, 35(1), 37-41.