

Asimetría de la masa, fuerza y potencia muscular de los miembros inferiores de estudiantes universitarios

Asymmetry of the mass, muscle strength and power of the lower limbs of college students

RAMÓN CANDIA-LUJÁN^{1,3} Y JOSÉ ANTONIO DE PAZ-FERNÁNDEZ²

Recibido: Marzo 5, 2014

Aceptado: Junio 19, 2015

Resumen

Cuando la asimetría funcional bilateral, diferencia entre el lado dominante y el no dominante, está por encima de los niveles normales puede propiciar lesiones osteomusculares, sobre todo si se trata de los miembros inferiores. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la asimetría de la masa, fuerza máxima y potencia muscular de los miembros inferiores de 24 estudiantes universitarios. La masa muscular se determinó por medio de una absorciometría de rayos X de doble energía (DXA), la fuerza máxima con una repetición máxima (1-RM) en sentadilla unilateral en máquina *Smith*. La potencia muscular se evaluó utilizando un *encoder* (transductor de posición lineal) con cargas del 30, 40, 50, 60 y 70% de la 1-RM. La masa muscular de la pierna dominante fue 5.42 ± 1.42 kg mientras que para la no dominante fue de 5.37 ± 1.46 kg. La fuerza máxima de la pierna dominante fue 93.2 ± 20 kg y para la no dominante 90.8 ± 21 kg. Al igual que en las anteriores variables en la potencia muscular no hubo diferencia significativa entre la pierna dominante y no dominante con ninguna de las cargas evaluadas, la máxima potencia se alcanzó con las cargas del 60 y 70% de la 1-RM. Los sujetos evaluados no presentaron diferencia significativa entre el lado dominante y el no dominante, por lo que el nivel de asimetría en la masa, fuerza máxima y potencia muscular es baja.

Palabras clave: dominante, no dominante, asimetría bilateral y miembros inferiores.

Abstract

When the bilateral functional asymmetry, difference between the dominant and non-dominant side, is above normal levels can promote musculoskeletal injuries, especially when it comes to the lower limbs. The aim of this study was to determine the asymmetry of the mass, maximum strength and power muscle of the lower limbs of 24 college students. Muscle mass was determined by dual energy X-ray absorptiometry (DXA), the maximum strength with a one repetition maximum (1-RM) in unilateral squat in Smith machine. The muscle strength was evaluated using an encoder (linear position transducer) with 30, 40, 50, 60 and 70% of 1-RM loads. The muscle mass of the dominant leg was 5.42 ± 1.42 kg while for the non-dominant 5.37 ± 1.46 kg. The maximum strength of the dominant leg was 93.2 ± 20 kg and for non-dominant 90.8 ± 21 kg. As in the above mentioned variables in muscle power was no significant difference between dominant and non-dominant leg to any of the charges assessed, maximum muscle power was reached with loads of 60 and 70% of 1-RM. The subjects tested showed no significant difference between dominant and non-dominant side, so that the level of asymmetry in the mass, maximum strength and muscle power is low.

Keywords: dominant, non-dominant, bilateral asymmetry and lower limb.

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Ciudad universitaria C. P. 31009. Chihuahua, Chih., México. Tel. (614) 413-0433.

² Instituto de Ciencias Biomédicas (IBIOMED), Universidad de León. 24071 León, España. Tel. 34 987 293022

³ Dirección electrónica del autor de correspondencia: rcandia@uach.mx.

Introducción

En años recientes la evaluación morfofuncional unilateral ha tenido gran importancia tanto en el ámbito deportivo como en el de la salud, por lo que la identificación de debilidad asimétrica o laxitud de los miembros superiores, pero con mayor énfasis de los inferiores, puede ser más importante que la comparación de los valores funcionales entre individuos (Rahnama y Bambaechi, 2008).

Para algunos investigadores dicho desequilibrio puede afectar el desempeño físico o incrementar el índice de lesiones (Newton *et al.*, 2006). La asimetría bilateral, definida como la diferencia entre el lado derecho y el izquierdo o bien entre el miembro dominante y el no dominante (Krzykata, 2010), ha sido parte de investigaciones en temas de rehabilitación (Lanshammar *et al.*, 2011; Thomeé *et al.*, 2012). En el deporte se han realizado estudios con futbolistas (Kearns *et al.*, 2001; Masuda *et al.*, 2003; Impellizzeri *et al.*, 2007; Fousekis *et al.*, 2010; Sannicandro *et al.*, 2012), basquetbolistas (Theoharopoulos *et al.*, 2000; Edwards *et al.*, 2012), judocas y luchadores (Drid *et al.*, 2009; Stradijot *et al.*, 2012), remeros (Longman *et al.*, 2011), jugadores de hockey sobre pasto (Krzykata, 2010), golfistas (Dorado *et al.*, 2002), jugadores de rugby (Stewart *et al.*, 2009), o softbolistas (Newton *et al.*, 2006) los cuales han tenido como objetivo comparar el lado dominante y el no dominante de los miembros. Dichas comparaciones han sido principalmente para determinar la asimetría bilateral en lo relativo a la masa, la densidad o la dimensión de los huesos (Dorado *et al.*, 2002; Auerbach *et al.*, 2006), equilibrio (Newton *et al.*, 2006; Pizzigalli *et al.*, 2011), la fuerza muscular (McCurdy y Langford, 2005; Drid *et al.*, 2009), o la masa muscular (Dorado *et al.*, 2002).

Se sabe que la asimetría de las extremidades superiores es más pronunciada que la de las extremidades inferiores (Krzykata, 2012). Aunque biomecánicos y médicos suponen que existe dicha asimetría en la morfología y la fuerza muscular tanto en las extremidades superiores como en las inferiores (Tate *et al.*, 2006). Kannus (citado por Krzykata, 2012) clasificó la asimetría bilateral en tres grupos; el

primer grupo o normal incluye desequilibrios de fuerza menores del 10%; el segundo posiblemente patológico, con desequilibrios de fuerza entre 10-20% y, por último, el tercero, probablemente patológico con desequilibrios de fuerza mayores al 20%. Tanto la hipertrofia como el desequilibrio muscular regularmente son resultado de actividades asimétricas realizadas crónicamente, lo que puede conducir a una lesión por sobreuso (Stewart *et al.*, 2009). Se debe tomar en cuenta que pequeñas diferencias entre el lado derecho e izquierdo resultan en grandes porcentajes de asimetría (Krzykata, 2010).

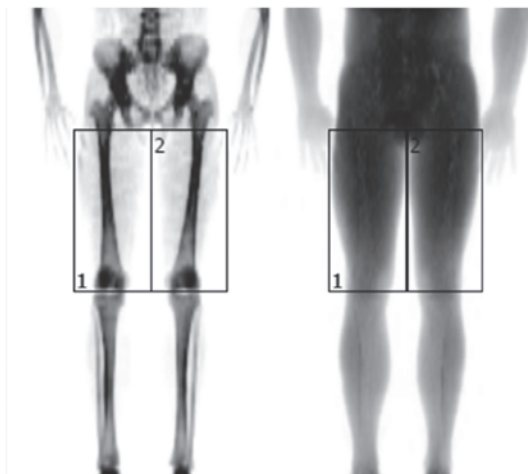
Por todo lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente estudio fue comparar la masa, fuerza y potencia muscular de la extremidad inferior dominante, frente a la no dominante de jóvenes universitarios físicamente activos.

Materiales y métodos

El estudio fue transversal con una muestra elegida por conveniencia en la que participaron 24 estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física de la Universidad de León, España (9 mujeres y 15 hombres). Ninguno de ellos con problemas osteomusculares en los últimos tres años. Se les explicó el objetivo del proyecto y los riesgos de participar en él, dando su consentimiento firmado. Para determinar su pierna dominante se les preguntó con qué pierna golpeaban más fuerte un balón. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de León. La edad de los sujetos fue de 20.8 ± 2.5 años, 67.7 ± 14.7 kg de peso corporal y una estatura de 171 ± 10 cm. Para todas las mujeres la pierna dominante fue la derecha, mientras que para 11 hombres su pierna dominante fue la derecha y para los cuatro restantes fue la izquierda.

Masa muscular. Para la evaluación de la masa muscular se utilizó un densitómetro dual de rayos X (Lunar Prodigy Primo-General Electric®) con el software enCore 2009® (versión 13.20.033). Con el densitómetro previamente calibrado los sujetos, en ropa ligera, se tendían decúbito dorsal en la camilla, se les colocaba en la posición (cuerpo completo) indicada en el manual de medición y se les pedía que permanecieran lo más tranquilo posible sin moverse para ser escaneados por el brazo del densitómetro. Después del registro corporal y con los datos en la computadora, se llevaba a cabo el análisis de la masa magra de los muslos, dibujando un rectángulo (regiones de interés) en cada muslo, el cual comprendía desde la tuberosidad isquiática hasta la línea femoro-tibial (Figura 1).

Figura 1. Regiones de interés para el análisis de la masa muscular de los muslos (fuente propia).



Fuerza máxima. La medición de la fuerza máxima fue dinámica en su fase concéntrica, se llevó a cabo con la sentadilla unilateral en máquina *Smith* (Gervasport® España), se determinó con una repetición máxima (1-RM), la pierna dominante fue la primera en ser evaluada y un día después la no dominante. Después de cinco minutos de calentamiento en cicloergómetro y dos de estiramiento, se colocaba la barra sobre los hombros y se le pedía que colocara la pierna que iba a ser evaluada, ligeramente por delante de la proyección vertical del centro de gravedad, mientras que el pie de la

pierna contralateral se colocaba sobre un cajón de 25 cm de altura que se encontraba en la parte posterior de la máquina *Smith* (Figura 2). Enseguida se le pedía que bajara flexionando la rodilla, mientras un evaluador medía el ángulo (90°) y otro aseguraba una correa (colocada en un travesaño) para evitar que bajara más allá de lo deseado y, sobre todo, para mayor seguridad de los sujetos. También se marcaba la posición del pie en el piso para que durante todos los intentos fuera la misma posición. Después de establecer la posición se cargaba la barra (con un peso equivalente al 70% del peso corporal del sujeto) y se le pedía al sujeto que realizara ocho sentadillas, las cuales le servían de calentamiento. El descanso entre intentos fue de tres minutos y el aumento de peso era entre un 20 y 30% de la carga inicial, para lo cual se tomaba en cuenta la técnica de ejecución y cómo percibían el esfuerzo, el cual era determinado después de cada intento mostrándole la escala del esfuerzo percibido OMNI-RES (OMNI-Resistance Exercise Scale). Se le pedía al sujeto que realizara dos sentadillas, si los dos levantamientos eran exitosos, entonces se le incrementaba el peso. La prueba terminaba si el sujeto fallaba al levantar el segundo intento o si su técnica era muy deficiente (Loher *et al.*, 2011), tomándose este peso como su fuerza máxima.

Figura 2. Sentadilla unilateral en máquina *Smith* (Fuente propia).



Potencia muscular. La potencia fue evaluada también con la sentadilla unilateral en la máquina *Smith*, además se empleó un *encoder* (transductor de posición lineal) (*Globus, Real Power®*, Italia) el cual se fijó a uno de los extremos de la barra, se usaron cinco cargas; 30, 40, 50, 60 y 70% del respectivo 1-RM para cada pierna, la distribución de las cargas fue en orden aleatorio. El calentamiento fue el mismo que para determinar la fuerza máxima. Posteriormente, se le pedía que se colocara la barra descargada en los hombros, se le indicaba que bajara hasta que la rodilla de la pierna dominante formara un ángulo de 90° y que mantuviera la posición mientras se le ajustaba la correa y se marcaba el lugar de colocación del pie. Después se le colocaba el peso correspondiente para que realizara el primer intento. Para cada carga el sujeto realizaba tres repeticiones, se le pedía que bajara lentamente hasta que topara con la correa. Para evitar el rebote y el efecto elástico musculotendinoso, el sujeto permanecía un segundo en dicha posición para después hacer el levantamiento lo más rápido posible sin contramovimiento desde la posición descrita. Un minuto y medio después se evaluaba la pierna contraria utilizando las medidas ya realizadas. Para hacer el análisis de las curvas de potencia se usó el *software Tesys 2008-Real Power 20.40 Test*, de las tres repeticiones con cada una de las cargas, se eligió la que tuviera mayor potencia media.

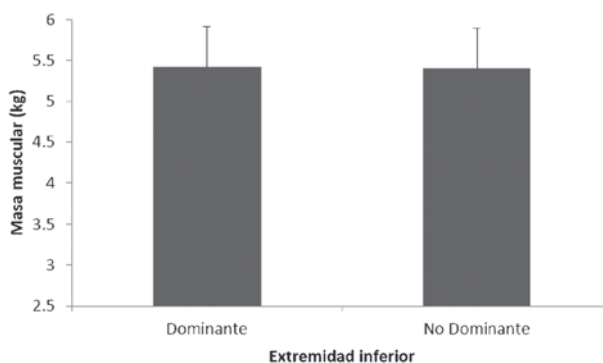
Análisis de resultados

El análisis de los datos se llevó a cabo con el programa estadístico SPSS V. 18.0 (por sus siglas en inglés *Statistical Package for the Social Science*). Los valores descriptivos se muestran como la media y la desviación estándar ($\bar{X} \pm DS$). En lo que respecta a la comparación de las diferentes variables entre la pierna dominante y la no dominante, primero se analizó la normalidad de los datos con la prueba Shapiro-Wilk, después se aplicó la prueba *t* de *student* para muestras independientes con una $p \leq 0.05$

Resultados

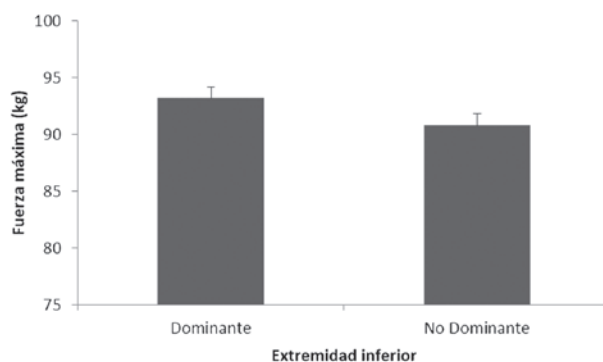
La masa muscular (Figura 3) del muslo de la pierna dominante de los sujetos evaluados fue de 5.42 ± 1.42 kg, mientras que para el muslo de la pierna no dominante fue de 5.37 ± 1.46 kg.

Figura 3. Masa muscular de las extremidades inferiores.



En el caso de la fuerza máxima (Figura 4), para la pierna dominante fue de 93.2 ± 20 kg mientras que para la pierna no dominante de 90.8 ± 21 kg.

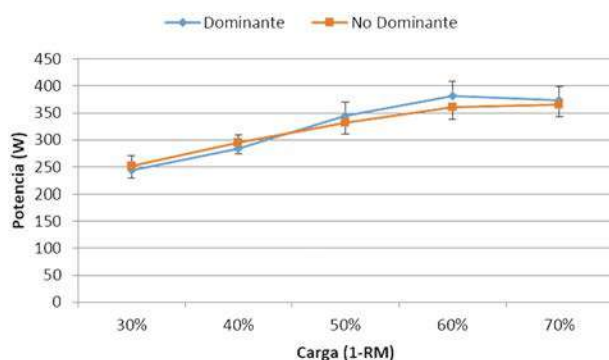
Figura 4. Fuerza máxima de las extremidades inferiores.



Los valores de las diferentes cargas de potencia (Figura 5) fueron; para el 30% la pierna dominante 244 ± 84 W mientras que para la no dominante 251 ± 83 W, para el 40% 283 ± 95 W y 295 ± 93 W para la pierna dominante y la no dominante respectivamente, para el 50% 344 ± 93 W pierna dominante y 332 ± 98 W para la no dominante, para el 60% la pierna dominante y

la no dominante tuvieron valores 382 ± 52 W y 360 ± 88 W respectivamente, por último para el 70% fue de 373 ± 79 W para la dominante y 365 ± 62 W para la no dominante. En ninguna de las variables evaluadas hubo diferencia significativa entre el miembro dominante y el no dominante.

Figura 5. Potencia muscular de las extremidades inferiores a diferentes cargas.



Discusión

Masa muscular. La diferencia de la masa muscular entre la pierna dominante y la no dominante de los sujetos del presente estudio no presentó diferencia significativa. Masuda *et al.* (2003) realizaron un estudio con futbolistas universitarios y aunque encontraron diferencias en la sección transversal del músculo, éstas fueron pequeñas y no significativas, en dicho estudio usaron la imagen de resonancia magnética para determinar la sección transversal del músculo. Demura *et al.* (2001), en un estudio con jóvenes universitarios, encontró que la diferencia de la circunferencia entre el muslo derecho e izquierdo era menor al 1%. Resultados similares encontraron Dorado *et al.* (2002) con golfistas y Krzykata (2010) con un grupo de jugadores de hockey sobre pasto, utilizando la densitometría para determinar el grado de asimetría de los miembros inferiores. Por su parte, Chhibber y Singh (1970) llevaron a cabo un estudio con cadáveres y encontraron que en los miembros inferiores el peso del cuádriceps del miembro

dominante era un 3% mayor en comparación con el no dominante. Sjostrom *et al.* (1991) encontraron que el área muscular de la pierna izquierda era un 7% mayor que la derecha. Por su parte, Tate *et al.* (2006) realizaron un estudio donde evaluaron, con imagen de resonancia magnética, los músculos del cuádriceps por separado, encontrando de 7 a 10% de diferencia entre los músculos de la pierna dominante y la no dominante. También se ha reportado (Kearns *et al.*, 2001) que los fascículos de los músculos de la pierna dominante de futbolistas jóvenes es mayor que en la pierna no dominante, en dicho estudio se utilizó el ultrasonido para determinar el grosor de los fascículos. En el presente estudio el muslo de la pierna dominante fue un 1% mayor que el de la no dominante. Sin embargo, nuestros resultados son difíciles de comparar con otros estudios debido a la diversidad de sujetos y a las diversas herramientas utilizadas para medir la masa muscular.

Fuerza máxima. Aunque en el presente estudio hubo diferencia del 2.5% de la fuerza máxima entre la pierna dominante y no dominante, ésta no fue estadísticamente significativa, sin embargo, fue mayor a la reportada por McCurdy y Langford (2005) de 0.3% para las mujeres y 0.9% para los hombres; a diferencia del presente estudio, ellos utilizaron la sentadilla unilateral modificada con peso libre. Weist *et al.* (2010) llevaron a cabo una investigación con hombres y mujeres jóvenes donde evaluaron la fuerza máxima de la pierna con una máquina extensora de rodillas, encontraron que la fuerza máxima de la pierna dominante era un 4.07% mayor que la no dominante aunque no hubo diferencia significativa entre ambas piernas. Lanshammar y Ribom (2011), en su estudio con mujeres de 20 a 39 años, evaluaron la fuerza isocinética, y encontraron que el cuádriceps de la pierna dominante era mayor un 5.3% que el de la no dominante. Theoharopoulos *et al.* (2000), en un estudio con basquetbolistas profesionales, encontraron que la fuerza de los extensores de la rodilla de la pierna dominante era mayor un

4.5% y un 1.1% para velocidades $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ y $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ respectivamente, en comparación con la pierna no dominante.


Potencia muscular. Al igual que estudios llevados a cabo Baker *et al.* (2001) y por Thomas *et al.* (1996), los sujetos del presente estudio tuvieron la mayor potencia media con cargas del 60-70% de la 1RM, en el mismo sentido, Siegel *et al.* (2002) reportan en su estudio con jóvenes y usando la sentadilla en la máquina Smith, que los valores potencia pico ocurrían con cargas del 60% de la 1RM. Sin embargo, Harris *et al.* (2007) y Thomas *et al.* (2007) reportan que sus sujetos desplegaban la potencia más alta con cargas del 40% de la 1RM. En cuanto a la comparación de la potencia entre la pierna dominante y la no dominante, no mostraron diferencia significativa en ninguna de las cargas usada en su evaluación. Por su parte, Almeida *et al.* (2012) llevaron a cabo un estudio con jóvenes, los cuales debían contar con tres meses como mínimo de no haber realizado actividad física y utilizaron una evaluación isocinética, encontrando un 12% de diferencia entre la pierna dominante y la no dominante. Otra forma de evaluar la potencia en piernas es usando diferentes saltos. Sannicandro *et al.* (2011) encontraron asimetría durante la fase excéntrica y la fuerza de reacción al piso durante el salto contramovimiento de jugadores jóvenes de fútbol. Por su parte, Edwards *et al.* (2012) evaluaron basquetbolistas, jugadores de fútbol y atletas con este mismo salto, y encontraron simetría en las diferentes variables cinéticas y cinemáticas medidas. Schot *et al.* (1994) reportaron que durante el salto había asimetría en los momentos de las articulaciones, así como la fuerza de reacción vertical de las piernas. Samadi *et al.* (2009) no encontraron diferencia significativa en el salto de una sola pierna entre la dominante y la no dominante de tres diferentes grupos de personas. En el presente estudio se encontró que a cargas del 30 y 40%, la pierna no dominante generaba mayor potencia que la dominante, mientras que a cargas del 50, 60 y 70% la potencia de la pierna dominante era mayor.

Conclusiones

De acuerdo con los datos del presente estudio, podemos concluir que los sujetos participantes no presentan diferencia significativa entre la pierna dominante y la no dominante en ninguna de las variables evaluadas. La asimetría (diferencias entre piernas de un 1 a 3.5% en las diferentes variables evaluadas) presentada por los participantes en el presente estudio está entre los niveles de la normalidad que indican valores menores de un 10% de diferencia. Por lo que el riesgo que tienen los sujetos evaluados de presentar una lesión osteomuscular debido al desequilibrio entre extremidades es mínimo.

Literatura citada

- Almeida, G. P., K. K. Almeida, H. Carneiro, and J. Barreto. 2012. Effects of unilateral dominance of the lower limbs on flexibility and isokinetic performance in healthy females. *Fisioterapia em Movimento*, 25(3): 551-559.
- Auerbach, B. M., and C. B. Ruf. 2006. Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. *Journal of Human Evolution*, 50: 2003-2018.
- Baker, D., S. Nance, and M. Moore. 2001. The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1): 92-97.
- Chhibber, S.R., and I. Singh. 1970. Asymmetry in muscle weight and one-sided dominance in the human lower limb. *Journal of Anatomy*, 106(3): 553-556.
- Demura, S., S. Yamaji, F. Goshi, and Y. Nagasawa. 2001. Lateral dominance of legs in maximal muscle power muscular endurance, and grading ability. *Perceptual and Motor Skills*, 93: 11-23.
- Dorado, C., J. Sanchis, G. Vicente, J. A. Serrano, L. P. Rodríguez, and J. A. L. Calbet. 2002. Bone mass, bone mineral density and muscle mass in professional golfers. *Journal of Sports Sciences*, 20: 591-597.
- Drid, P., M. Drapsin, T. Trivic, D. Lukac S. Obadov, and Z. Milosevic. 2009. Asymmetry of muscle strength in elite athletes. *Biomedical Human Kinetics*, 1: 3-5.
- Edwards, S., J. R. Steele, J. L. Cook, C. R. Purdam, and D. E. Mcghee. 2012. Lower limb movement symmetry cannot be assumed when investigating the stop-jump landing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(6): 1123-1130.
- Fousekis, K., E. Tsepis, and G. Vagenas. 2010. Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9: 364-373.
- Harris, N. K., J. B. Cronin, and W. G. Hopkins. 2007. Power outputs of a machine squat-jump across a spectrum of loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4): 1260-1264.
- Impellizzeri, F. M., E. Rampanini, N. Maffiulitti, and S. Marcora. 2007. A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11): 2040-2050.

- Kearns, C. F., M. Isokawa, and T. Abe. 2001. Architectural characteristics of dominante leg muscles in junior soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 85: 240-243.
- Krzykata, M. 2010. Dual energy X-ray absorptiometry in morphological asymmetry assessment among field hockey players. *Journal of Human Kinetics*, 25: 77-84.
- Krzykata, M. 2012. DXA as a tool for the assessment of morphological asymmetry in athletes. Prof. Abdelah El Marghroui (Ed.) ISBN: 978-953-307-877-9 59-74.
- Lanshammar, K., and E. L. Ribom. 2011. Differences in muscle strength in dominant and non-dominant leg in females aged 20-39 years- A population-based study. *Physical Therapy in Sport*, 12: 76-79.
- Loher, J. A., S. M. C. Lee, K. L. English, J. Sibonga, S. M. Smith, B. A. Spiering, and R. D. Hagan. 2011. Musculoskeletal adaptations to training with the advanced resistive exercise device. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(1): 146-156.
- Longman, D., J. T. Stock, and J. C. K. Wells. 2011. Fluctuating asymmetry as a predictor for rowing ergometer performance. *Training and Testing*, 32: 606-610.
- Masuda, K., N. Kikuhara, H. Takahashi, and K. Yamanaka. 2003. The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 21: 851-858.
- McCurdy, K., and G. Langford. 2005. Comparison of unilateral squat strength between dominant and non-dominant leg in men and women. *Journal of Sport Science and Medicine*, 4: 153-159.
- Newton, R.U., A. Gerber, S. Nimphius, J.K. Shim, B.K. Doan, M. Robertson, D.R. Pearson, B.W. Craig, K. Hakkinen, and W.J. Kraemer. 2006. Determination of functional strength imbalance of the lower extremities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4): 971-977.
- Pizzigalli, L., A. Filippini, S. Ahmadi, H. Jullien, and A. Rainoldi. 2011. Prevention of falling risk in elderly people: the relevance of muscular strength and symmetry of lower limbs in postural stability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2): 567-574.
- Rahnama, N., and E. Bambaiechi. 2008. Musculoskeletal assessment in soccer: a review. *Journal of Movement Sciences and Sports*, 1: 13-24.
- Samadi, H., R. Rajabi, H. Minoonejad, and A. Aghaiari. 2009. Asymmetries in flexibility, balance and power associated with preferred and non-preferred leg. *World Journal of Sport Sciences*, 2(1): 38-42.
- Sannicandro, I., R. A. Rosa, S. De Pascalis, and A. Piccinno. 2012. The determination of functional asymmetries in the lower limbs of young soccer players using the countermovement jump. The lower limbs asymmetry of young soccer players. *Science and Sports*, 27: 375-377.
- Schot, P. K., B.T. Bates, and J. S. Dufek. 1994. Bilateral performance symmetry during drop landing: a kinetic analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(9):1153-1159
- Siegel, J. A., R. M. Gilders, R. S Staron, and F. C. Hagerman. 2002. Human muscle power output during upper and lower-body exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2): 173-178.
- Sjostrom M., J. Lexell, A. Eriksson, and C. C. Taylor. 1991. Evidence of fibre hyperplasia in human skeletal muscles from healthy young man? *European Journal of Applied Physiology*, 62: 301-304.
- Stewart, S., W. Stanton, S. Wilson, and J. Hides. 2009. Consistency in size and asymmetry of the psoas major muscle among elite footballers. *British Journal of Sports Medicine*, 44: 1173-1177
- Stradijot, F., G. M. Pittorru, and M. Pinna. 2012. The functional evaluation of lower limb symmetry in a group of young elite judo and wrestling athletes. *Isokinetics and Exercise Science*, 20: 13-16.
- Tate, C. M., G. Williams, P. J. Barrance, and T. S. Buchanan. 2006. Lower extremity muscle morphology in young athletes: an MRI-based analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(1): 122-128.
- Theoharopoulos, A., G. Tsitskaris, M. Nikopoulou, and P. Tsaklis. 2000. Knee strength of profesional basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4): 457-463.
- Thomas, G. A., W. J. Kraemer, B. A. Spiering, J. S. Volek, J. M. Andrson, and C. M. Maresh. 2007. Maximal power at different percentages of one repetition maximum: influence of resistance and gender. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2): 336-342.
- Thomas, M., M. A. Fiatarone, and R. A. Fielding. 1996. Leg power in young women: Relationship to body composition, strength, and function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28: 1321-1326.
- Thomeé, R., C. Neeter, A. Gustavsson, P. Thomeé, J. Augustsson, B. Eriksson, and J. Karlsson. 2012. Variability in leg muscle power and hop performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee*, 20: 1143-1151.
- Wiest, M. J., F. Dagnese, and F. P. Carpes. 2010. Strength symmetry and imprecise sense of effort in knee extension. *Kinesiology*, 42(2): 164-168. 

Este artículo es citado así:

Candia-Luján, R. y J.A.D. Paz-Fernández. 2015. Asimetría de la masa, fuerza y potencia muscular de los miembros inferiores de estudiantes universitarios. *TECNOCENCIA Chihuahua* 9(1): 22-29.

Resumen curricular del autor y coautores

RAMON CANDIA LUJÁN. Licenciado en Educación Física por la Universidad Autónoma de Chihuahua, egresado de la primera generación de maestros en ciencias del deporte; opción biología de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte por la Universidad de León, España. Docente de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua desde 1992 a la fecha. Ha participado como ponente en diversos congresos y dirigido tesis de maestría y licenciatura.

JOSÉ ANTONIO DE PAZ FERNÁNDEZ. Licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad de Oviedo. Certificado de Estudios Especiales de Biología y Medicina aplicados al Deporte Facultad de Medicina Louis Pasteur, Universidad Estrasburgo (Francia). Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Salamanca. Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte, realizado en la Escuela Príncipe de Asturias de la Universidad de Oviedo. Profesor visitante de la universidades como la Europea de Madrid, Universidad Luterana de Brasil, la Universidad Federal de Santa María de Río Grande del Sur y Universidad de Sonora. Profesor Titular del Departamento de Ciencias Biomédicas, Universidad de León. Ha dirigido 42 tesis Doctorales 71 Tesis de Maestría y 12 tesis de fin de Grado. Investigador Principal en 16 proyectos de Investigación I+D+I. Ha participado como Ponente Invitado en 84 congresos Internacionales. Tiene 41 artículos en revistas indexadas en JCR, 48 en revistas indexadas en Latindex y 16 capítulos de libros. Médico-Fisiólogo desde 1994, de equipos Ciclistas Profesionales como el Santa Clara, Banesto, Liberty Seguros, Saunier Duval, Relax o Paredes Rota dos Moveis o la Federación Española de ciclismo.