

Modificaciones en la composición corporal después de realizar una prueba de ultrarresistencia de 1.700 km en bicicleta de montaña

Changes in body composition after an ultra-endurance event of 1700 km on mountain bike

Vicente Clemente Suárez, José María González-Ravé

Laboratorio Entrenamiento Deportivo. Facultad CC Deporte. Universidad Castilla-La Mancha. Toledo. España
Grupo de Investigación "Rendimiento Deportivo" Universidad Castilla-La Mancha. Toledo. España

CORRESPONDENCIA:

Vicente Clemente Suárez

Laboratorio Entrenamiento Deportivo
Facultad CC. Deporte. Módulo Acuático
Avda Carlos III s/n. 45004 Toledo. España
vicente.clemente@uclm.es

Recepción: noviembre 2009 • Aceptación: mayo 2010

Resumen

El estudio de los cambios en la composición corporal en pruebas de resistencia se ha limitado en la mayoría de los casos al estudio de las pérdidas de peso corporal. El presente estudio pretende analizar los cambios producidos en la composición corporal (agua, proteínas, minerales, grasa, y músculo) producidos después de realizar una prueba de 1.700 Km en bicicleta de montaña cruzando África de este a oeste. Se analizaron 5 sujetos ($73,3 \pm 10,2$ kg, $170 \pm 0,1$ cm, $51,2 \pm 6,9$ años) antes y después de realizar una prueba de ultrarresistencia en bicicleta de montaña de 1.700 km durante 17 días (100-110 km por etapa). Se analizaron los siguientes parámetros: Masa Agua Intracelular, Masa Agua Extracelular, Proteínas, Masa Mineral, Masa Grasa Corporal, Agua Corporal Total, Masa Músculo Esquelético, Masa Libre de Grasa, Peso y Área Grasa Visceral mediante bioimpedancia eléctrica (BIA) con el analizador INBODY 720. Los resultados muestran una disminución no significativa de los parámetros de peso corporal y masa grasa, una disminución significativa en el área de grasa visceral ($p > 0,05$). El resto de parámetros se mantuvieron en valores cercanos a la toma inicial. En conclusión este tipo de pruebas de ultrarresistencia únicamente afecta a los parámetros de grasa visceral, manteniendo el resto de variables de composición corporal sin cambios significativos.

Palabras clave: bioimpedancia, ultrarresistencia, composición corporal, bicicleta de montaña.

Abstract

The study of body composition changes in endurance events is limited in most cases to the study of body weight that is lost. This study analyzes the changes in body composition (water, protein, minerals, fat, and muscle) occurring after a 1700 km mountain bike event across Africa from east to west. We analyzed 5 subjects (73.3 ± 10.2 kg, 170 ± 0.1 cm, 51.2 ± 6.9 years) before and after a 1700 km ultra-endurance mountain bike test lasting 17 days (100-110 km. per stage). We analyzed the following parameters: intracellular water mass, extracellular water mass, proteins, mineral mass, body fat mass, total body water, skeletal muscle mass, fat-free mass, weight and visceral fat area by electrical bio-impedance (BIA) with the INBODY 720 analyzer. The results show an insignificant decrease in the parameters of body weight and fat mass and a significant decrease in visceral fat area ($p > 0.05$). The other parameters were maintained at similar values to the initial test. In conclusion, this type of ultra-endurance event only affects the parameter of visceral fat, as it maintains the rest of the body composition variables without significant changes.

Key words: bio-impedance, ultra-endurance, body composition, mountain bike.

Introducción

Existen numerosos estudios sobre las modificaciones en composición corporal durante la temporada deportiva en diversos deportes como fútbol (Gravina et al., 2008; Caldwell y Peters, 2009), voleibol (Melrose et al., 2007) y judo (Hernández et al., 2009), sin embargo, las nuevas competiciones emergentes de ultrarresistencia no han sido lo suficientemente estudiadas en este sentido, por lo que parece pertinente orientar nuestra investigación hacia dichas competiciones. El estudio de los cambios antropométricos en pruebas de ultrarresistencia se ha limitado en la mayoría de los casos a la evaluación de las pérdidas de masa y grasa corporal. La modificación de los cambios antropométricos ha sido estudiada por varios autores en diferentes modalidades deportivas, haciendo énfasis en los cambios producidos en el peso corporal (Geoffrey et al., 1997; Neumayr et al., 2002; Colombani et al., 2002; Neumayr et al., 2003; Linderman y Laubach, 2004; Laursen et al., 2006; Page et al., 2007).

En una prueba de ultrarresistencia de ciclismo (525 km), 10 ciclistas de elite (35±7 años, 177±5 cm y 71±7 kg) perdieron una media de 1,7±0,9 kg de peso (Neumayr et al., 2003). En otra prueba de ultrarresistencia de ciclismo de 460 km, en la que el sujeto de estudio tardó 20 h 51 min en completarla, perdió 3 kg de peso después de la prueba (Neumayr et al., 2002).

En otras pruebas de resistencia como el Ironman (3,8 km nadando, 180 km de bicicleta y 42 km corriendo) los triatletas analizados perdieron 2,3±1,2 kg de masa corporal, lo cual representa un cambio significativo respecto a la masa corporal antes de empezar la prueba de un 3±1,5% ($p < 0,05$) (Laursen et al., 2006). En otra prueba de multideporte en la cual 53 sujetos recorrieron los 244 km de la carrera "Swiss Gigathlon 1998" (48 km en bicicleta de montaña, 122 km ciclismo carretera, 28 km patinaje, 3,5 km nadando y 42,5 km corriendo), el porcentaje de pérdida de peso fue de un 5,5% al final de la prueba (3,3 kg de media) (Colombani et al., 2002).

En una investigación realizada a un solo sujeto corriendo durante 24 h en tapiz rodante, el peso del individuo sólo disminuyó 0,5 kg. Durante la prueba se controló la ingesta y excreción de líquidos en el sujeto, bebiendo 12,6 litros de líquidos y orinando 4,9 l. (Linderman y Laubach, 2004). En una competición de 60 km de carrera a pie en la montaña, los 131 sujetos del estudio presentaron una media de 1,31 kg de peso ganado al finalizar la prueba debido a la ingesta de alimentos durante la prueba (Page et al., 2007). En otra prueba de ultrarresistencia que consistía en cubrir 21 km de canoa, 97 km de ciclismo y 42 km de carrera a

pie, los trece sujetos del estudio perdieron una media de 3,22±0,39 kg (Geoffrey et al., 1997).

Otros estudios reflejan los cambios antropométricos medidos con pliegues grasos cutáneos y la circunferencia de las extremidades inferiores (Knechtle y Kohler, 2007a; Knechtle y Kohler, 2007b). Knechtle y Kohler (2007b) comprobaron cómo no hubo cambios significativos en la masa corporal ni grasa, aunque hubo una reducción de la masa músculo esquelética en los 21 corredores de ultrarresistencia altamente entrenados (media de entrenamiento de 11,6±6,0 horas/semana 41,5±6,9 años, 72,6±6,4 kg, 178±5 cm y 23,0±2,0 kg/m²) después de realizar la carrera de ultrarresistencia "Isarrun", celebrada en el año 2006, de 388 km en cinco días. Tampoco se encontraron diferencias significativas en la masa y grasa corporal y en los perímetros de las extremidades en 8 sujetos (44,4±13,4 años, 83,8±11,3 kg, 182±0,05 cm y 25,1±2,3 kg/m²) que realizaron el triple Ironman de Virginia (11,4 km de natación, 540 km de ciclismo y 126,6 km de carrera a pie) (Knechtle y Kohler, 2007a).

La prueba deportiva más similar al estudio que se ha realizado, debido a su duración, es el "World Challenge Deca Iron Triathlon 2006". Esta prueba tiene una duración de 10 días, realizando un Ironman cada día. Knechtle et al. (2008) monitorizaron varios parámetros de composición corporal en 8 triatletas durante la prueba mediante bioimpedancia eléctrica (BIA). Al finalizar la prueba se observó cómo los sujetos presentaron una media de pérdida de grasa corporal de 3 kg ($p > 0,05$), aunque otros parámetros como la masa corporal, la masa muscular y el agua corporal no presentaron cambios significativos. En síntesis podemos comprobar la heterogeneidad de distancias y especialidades medidas en pruebas de ultrarresistencia, aunque el tiempo máximo en estas pruebas analizadas en la literatura es de 10 días, a nuestro conocimiento nunca se ha analizado una prueba de más de dos semanas de duración y tampoco ninguna prueba de bicicleta de montaña, por lo que el objetivo de este estudio se centra en analizar los cambios en la composición corporal de los parámetros de agua, proteínas, minerales, grasa y músculo, producidos después de realizar una prueba de 1.700 km en bicicleta de montaña.

Material y métodos

Sujetos

Se analizaron 5 ciclistas, hombre cuyas características son: 73,3±10,2 kg, 170±0,1 cm, 51,2±6,9 años, antes y después de realizar una prueba de ultrarresistencia

en bicicleta de montaña de 1.700 km durante 17 días a través del sur del continente Africano atravesándolo de este a oeste (Kenia-Tanzania-Burundi-Congo-Angola). Esta prueba tenía como objetivo cruzar el continente africano en el plazo máximo de 17 días. Los sujetos tenían una experiencia en la modalidad de 3 años, entrenaban una media de 2 días a la semana y realizaban una media de 8 horas de entrenamiento semanal.

Procedimiento

Se realizaron dos tomas de muestras a cada uno de los sujetos, 5 días antes de realizar la prueba y a los cinco días de finalizar la prueba, debido a la imposibilidad de realizarla antes por los viajes que debían hacer los sujetos hasta volver a España, resultó imposible transportar el Bioimpedanciómetro a África por la falta de seguridad a la hora de transportar dicho instrumental de medición a las zonas de salida y llegada de carrera en el continente Africano. Se utilizó un método de impedancia bioeléctrica multifrecuencial directo (Inbody 720, Biospace, Seoul, Korea). Este sistema de impedancia (BIA) mide mediante ocho electrodos táctiles utilizando las siguientes frecuencias: 1 Khz, 5 Khz, 50 Khz, 250 Khz y 500 Khz; en cada uno de los cinco segmentos corporales, pierna derecha, pierna izquierda, brazo derecho, brazo izquierdo y tronco. Este tipo de sistemas de medición por impedancia han sido muy utilizados en la bibliografía (Bedogni et al., 2002; Biggs et al., 2001; Cha et al., 1995; Chen et al., 2003; Jaeger y Mehta, 1999; Malavolti et al., 2003; Piccoli et al., 1994; Pupim et al., 1999; Salmi, 2003; Sun et al., 2005; Zillikens et al., 1992) concluyendo que este tipo de sistemas realiza estimaciones precisas sobre la composición corporal. Las mediciones del sistema Inbody 720 fueron comparadas con las realizadas por resonancia magnética obteniendo una alta correlación en los parámetros de masa grasa, masa libre de grasa y porcentaje de grasa corporal (Byoung-Ki et al., 2007). Los diferentes modelos del sistema de bioimpedancia Inbody también han sido utilizados en diferentes investigaciones, como el Inbody 2.0 (Kang et al., 2008; Lee et al., 2001), Inbody 3.0 (Demura et al., 2004; Knechtle et al., 2008; Medici et al., 2005; Sartorio et al., 2004) y el Inbody 4.0 (Lee et al., 2008).

Para la realización de la medición los sujetos se situaban de pie, apoyando el talón y el metatarso sobre los dos electrodos de la base del Inbody 720 para cada pie. Con la palma de cada mano agarraban un electrodo y con el dedo pulgar presionaban otro. Se situaban con los brazos separados del tronco y las piernas separadas para no tocarse. Los electrodos se limpiaban y secaban antes de cada medición, así como los pies y

las manos de los sujetos. La medición se realizó descalzo, en ropa interior y sin ningún objeto metálico en el cuerpo. Los sujetos realizaban la prueba sin haber realizado ninguna actividad física, toma de alimentos o líquidos 2 horas antes de la medición. Además, antes de hacer la medición orinaban y defecaban. Se analizaron los parámetros de: Masa Agua Intracelular (l), Masa Agua Extracelular (l), Proteínas (kg), Masa Mineral (kg), Masa Grasa Corporal (kg), Agua Corporal Total (l), Masa músculo esquelético (kg), Masa libre de grasa (kg), Peso (kg), Área grasa visceral (cm²).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS 17.0. Primero se determinó la normalidad de la muestra con la prueba de Kolmogorov-Smirnov no mostrando diferencias significativas. Después se realizó una prueba T para muestras relacionadas cuando se asumieron la homogeneidad de varianza, la normalidad y la esfericidad. Para todas las comparaciones se aceptó el índice de significación de $p < 0,05$.

Resultados

Al analizar los datos se observó cómo el área de grasa visceral disminuyó significativamente más de 6 cm² (5,42%) como se observa en la fig. 1. Por otra parte, se produjeron aumentos no significativos en el agua corporal total, masa de agua intracelular y extracelular. También aumentaron, aunque no significativamente, las proteínas corporales, la masa mineral, la masa de músculo esquelético y la masa libre de grasa. Se produjo una disminución no significativa de la masa grasa corporal de más de 2 kg (2,36 kg) y de casi 2 kg en el peso corporal (1,78 kg). En la tabla 1 se observan todos los valores obtenidos en las dos pruebas y la diferencia entre ambos.

Tabla 1. Valores obtenidos de la bioimpedancia antes y después de la prueba de ultrarresistencia.

Variable	Antes	Después	Diferencia
Masa Agua Intracelular (l)	24,30	24,56	0,26
Masa Agua Extracelular (l)	14,48	14,64	0,16
Proteínas (kg)	10,50	10,60	0,10
Masa Mineral (kg)	3,74	3,78	0,04
Masa Grasa Corporal (kg)	20,30	17,94	-2,36
Agua Corporal Total (l)	38,78	39,26	0,48
Masa músculo esquelético (kg)	29,70	30,02	0,32
Masa libre de grasa (kg)	53,04	53,62	0,58
Peso (kg)	73,34	71,56	-1,78
Área grasa visceral (cm ²)	118,36	111,94	-6,42*

* Diferencia significativa ($p < 0,05$).

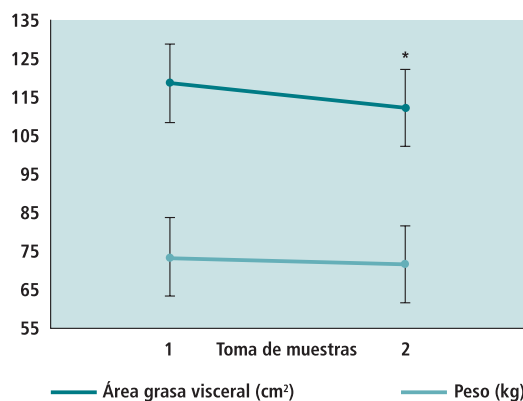


Figura 1. Cambios producidos en los parámetros del área de grasa visceral y peso corporal después de realizar la prueba. * Diferencia significativa con toma 1 ($p > 0,05$).

Discusión

Los valores obtenidos en peso corporal de los sujetos muestran una disminución que coincide con la disminución de la masa grasa corporal y la disminución significativa ($p < 0,05$) del área de grasa visceral. Esta disminución de peso es debida a la utilización de grasas como sustrato energético para la realización de la prueba. La pérdida de peso que muestran los resultados de este estudio es muy superior a la obtenida por Linderman & Laubach, (2004) aunque sólo midieron a un sujeto que corrió durante 24 h y se asemeja a los valores obtenidos por Knechtle y Kolher (2007a, 2007b) después de realizar una carrera de 388 km y un triple Ironman, no presentando cambios significativos en la pérdida de peso corporal. Por el contrario nuestros resultados contrastan con los valores obtenidos por Page et al. (2007), en los que los sujetos después de realizar una carrera de 60 km aumentaron su peso corporal. Los sujetos de este estudio aumentaron su peso debido a la ingesta de alimentos, aunque este parámetro de ingesta no ha sido controlado en nuestro estudio ni en los de Linderman & Laubach (2004) y Knechtle y Kolher (2007a, 2007b).

El aumento no significativo en la masa libre de grasa puede ser debido a una variación en la redistribución de la composición corporal que en todo caso no muestra alteraciones sustanciales en nuestro estudio, este parámetro no puede ser comparado con otros estudios ya que no hemos descubierto literatura científica que analice las modificaciones de masa libre de grasa en pruebas de esta naturaleza.

Por otra parte los resultados muestran un aumento, aunque no significativo, en la masa músculo esquelé-

tica y la masa de proteínas, coincidiendo con lo establecido por Knechtle et al. (2008), que incrementaron, aunque no de forma significativa, la masa muscular en los sujetos que realizaron 10 Ironman durante 10 días, aunque estos resultados no son concluyentes ya que el trabajo de Knechtle y Kohler (2007b) muestra resultados contradictorios al realizar una prueba de cinco días de duración (Isarrun 2006). Dicho aumento de masa muscular en nuestro estudio podría atribuirse a una adaptación muscular al esfuerzo reflejada en el aumento de la masa muscular después de realizar los 17 días de prueba, aunque las características de la carga competitiva no vaya orientada al desarrollo de la hipertrofia, el hecho que los sujetos no sean profesionales y no tengan un entrenamiento específico podría haber causado estas adaptaciones coincidiendo con los resultados del estudio de González Ravé et al. (2003), que reflejó un aumento de la masa muscular medida por antropometría en atletas de fondo tras realizar un entrenamiento concurrente durante 16 semanas de resistencia y fuerza utilizando el método de contrastes. Los valores de agua corporal y agua intracelular y extracelular prácticamente no se modificaron, al contrario que en una maratón alpina, en donde se pierden 1,4 litros de agua de media (Clemente et al., 2009). Estos resultados son debidos a que a los 5 días de finalizar la prueba los sujetos han vuelto a sus valores iniciales de agua corporal y agua intracelular y extracelular ya que es un parámetro que tiende a la recuperación en el momento de la ingesta de líquidos.

Conclusiones

Los resultados de la presente investigación muestran cómo este tipo de esfuerzo de ultrarresistencia modifica la composición corporal de los corredores medida por bioimpedanciometría, produciendo una disminución en el peso corporal, masa grasa corporal y área de grasa visceral. Esta disminución del área de grasa visceral es debida a la utilización de los lípidos como sustrato energético en este tipo de pruebas de ultrarresistencia.

Agradecimientos

Deseamos agradecer a los sujetos participantes su colaboración desinteresada en la realización de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Bedogni, G., Malavolti, M., Severi, S., Poli, M., Mussi, C., Fantuzzi, A. L., et al. (2002). Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *European journal of clinical nutrition*, 56(11), 1143-1148.
- Biggs, J., Cha, K., & Horch, K. (2001). Electrical resistivity of the upper arm and leg yields good estimates of whole body fat. *Physiological Measurement*, 22, 365-376.
- Byoung-Ki, C., Jee-Hyun, K., Jeong-Seok, L., & Byung-Yeon, Y. (2007). The Usefulness of InBody 720 and Anthropometric Measurement Compared with Dual-energy X-ray Absorptiometry as a Diagnostic Tool of Childhood Obesity. *Journal Korean Academy of Family Medicine*, 28(7), 523-531.
- Caldwell, BP and Peters, DM. (2009). Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5): 1370-1377.
- Cha, K., Chertow, G. M., González, J., Lazarus, J. M., & Wilmore, D. W. (1995). Multifrequency bioelectrical impedance estimates the distribution of body water. *Journal of Applied Physiology*, 79(4), 1316-1319.
- Chen, S.F., Chen, Y.C., Chen, H.H., & Yeh, J.C. (2003). Adjustment of dry weight by extracellular volume to improve blood pressure control and reduce dialysis complications in hemodialysis patients. *Acta Nephrologica*, 17(1).
- Clemente, V., Ramos, D. & González, J.M. (2009). Modificaciones antropométricas después de realizar una maratón alpina. *II Congreso Internacional de Ciencias del Deporte de la UCAM*. Murcia.
- Colombani, P. C., Mannhart, C., Wenk, C., & Frey, W. O. (2002). Nutritional intake during a 244 km multisport ultraendurance race. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1(3), 124-126.
- Demura, S., Sato, S., & Kitabayashi, T. (2004). Percentage of Total Body Fat as Estimated by Three Automatic Bioelectrical Impedance Analyzers, 23, 93-99.
- Geoffrey, R., Goodman, C., & Rosen, C. (1997). Water budget during ultra-endurance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(11), 1477-1481.
- González-Ravé, J.M., Delgado M., Vaquero, M. (2003). Modificaciones antropométricas con el entrenamiento de fuerza en sujetos de 50 a 70 años. *Archivos de Medicina del Deporte*, 94, 121-128
- Gravina, L, Gil, SM, Ruiz, F, Zubero, J, Gil, J, & Irazusta, J. (2008). Anthropometric and physiological differences between first team and reserve soccer players aged 10-14 years at the beginning and end of the season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22, 1308-1314.
- Hernández, R., Torres, G., Escobar, R. (2009). Evolución antropométrica y electrolítica en un periodo competitivo en judokas de elite. *Ciencia Cultura y Deporte*. Año 5. 5, 103-110.
- Jaeger, J. Q., & Mehta, R. L. (1999). Assessment of Dry Weight in Hemodialysis: An Overview. *Journal of the American Society of Nephrology*, 10, 392-403.
- Kang, S.-J., Song, Y., Kim, D.-Y., Kim, S.-H., & Park, J.-H. (2008), Validation of Bioelectrical Impedance Analyzer for Measuring Percentage of Body Fat. Fort Worth, Texas: 2008 AAHPERD National Convention and Exposition.
- Knechtle, B., & Kohler, G. (2007a). Influence of anthropometry on race performance in ultraendurance triathletes in the longest triathlon in North America. *International Sport Med Journal*, 8(2), 87-96.
- Knechtle, B., & Kohler, G. (2007b). Running 338 kilometres within five days has no effect on body mass and body fat but reduces skeletal muscle mass – the Isarrun 2006. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(4), 401-407.
- Knechtle, B., Fraire, O. S., Andonie, J. L., & Kohler, G. (2008). Effect of a multistage ultra-endurance triathlon on body composition: World Challenge Deca Iron Triathlon 2006. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 121-125.
- Laursen, P. B., Suriano, R., Quod, M. J., Lee, H., Abbiss, C. R., Nosaka, K., et al. (2006). Core temperature and hydration status during an Ironman triathlon. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 320-325.
- Lee, S. W., Park, G. H., Lee, S. W., Um, W. H., Kwon, S. H., Song, J. H., et al. (2008). Different pattern of fluid loss from the lower extremities in normohydrated and overhydrated stage 5 chronic-kidney-disease patients after haemodialysis. *Nephrology*, 13, 109-115.
- Lee, S. W., Song, J. H., Kim, G. A., Lee, K. J., & Kim, M. J. (2001). Assessment of total body water from anthropometry-based equations using bioelectrical impedance as reference in korean adult control and haemodialysis subjects. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 16, 91-97.
- Linderman, J. K., & Laubach, L. L. (2004). Energy balance during 24 hours of treadmill running. *Journal of Exercise Physiology*, 7(2), 37-44.
- Malavolti, M., Mussi, C., Poli, M., Fantuzzi, A. L., Salvio, G., Battistini, N., et al. (2003). Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years *Annals of Human Biology*, 30(5), 380-391.
- Medici, G., Mussi, C., Fantuzzi, A. L., Malavolti, M., Albertazzi, A., & Bedogni, G. (2005). Accuracy of eight-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in peritoneal dialysis patients. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1-6.
- Melrose, D.R., F.J., Spaniol, M.E., Bohling, & Bonnette, R.A. (2007). Physiological and performance characteristics of adolescent club volleyball players, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 481-486.
- Neumayr, G., Pfister, R., Mitterbauer, G., Gaenger, H., Sturm, W., & Hoertnagl, H. (2003). Heart rate response to ultraendurance cycling. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 89-90.
- Neumayr, N., Gänzer, H., Sturm, W., Pfister, R., Mitterbauer, G., & Hoertnagl, H. (2002). Physiological effects of an ultra-cycle ride in an amateur athlete - A case report. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 20-26.
- Page, A. J., Reid, S. A., Speedy, D. B., Mulligan, G. P., & Thompson, J. (2007). Exercise-Associated Hyponatremia, Renal Function, and Nonsteroidal Antiinflammatory Drug Use in an Ultraendurance Mountain Run. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(1), 43-48.
- Piccoli, A., Rossi, B., Pillon, L., & Bucciante, G. (1994). A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graph. *Kidney International*, 46, 534-539.
- Pupim, L. B., Kent, P., & Ikizler, T. A. (1999). Bioelectrical Impedance Analysis in Dialysis Patients. *Mineral and Electrolyte Metabolism*, 25, 4-6.
- Salmi, J. A. (2003). Body composition assessment with segmental multifrequency bioimpedance method. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2(supplementum 3), 1-29.
- Sartorio, A., Malavolti, M., Agosti, F., Marinone, P. G., Caiti, O., Battistini, N., et al. (2004). Body water distribution in severe obesity and its assessment from eight-polar bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1-6.
- Sun, G., French, C. R., Martin, G. R., Younghusband, B., Green, R. C., Xie, Y., et al. (2005). Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 74-78.
- Zillikens, M. C., Van den Berg, J. W., Wilson, J. H. P., & Swart, G. R. (1992). Whole-body and segmental bioelectrical-impedance analysis in patients with cirrhosis of the liver: changes after treatment of ascites¹. *American Journal of Clinical nutrition*, 55, 621-625.