



Chiva-Bartoll, O.; Hernando, B.; Martínez, I.; Collado, E.; Porcar, V.; Hernando, C. (2016). Evolución de la masa corporal, la altura y el índice de masa corporal en participantes del ultratrail CSP-115. *Journal of Sport and Health Research*. 8(3):215-222.

Original

EVOLUCIÓN DE LA MASA CORPORAL, LA ALTURA Y EL IMC EN PARTICIPANTES DEL ULTRATRIL CSP-115

EVOLUTION OF THE BODY MASS, HEIGHT AND BMI IN PARTICIPANTS OF THE ULTRA-TRAIL CSP-115

Chiva-Bartoll, O.¹; Hernando, B.²; Martínez-Navarro, I.¹; Collado, E.²; Porcar, V.²; Hernando, C.².

^{1,3}University of Valencia

^{2,4,5,6}University Jaume I of Castellón

Correspondence to:
Oscar Chiva-Bartoll
Universitat de València
Avda. Tarongers, 4
46022 València (SPAIN)
Email: oscar.chiva@uv.es

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)*



Received: 29/9/2015
Accepted: 8/6/2016



RESUMEN

Introducción: este estudio analiza, en 32 participantes que finalizaron el Ultratrail-CSP-115, los cambios antropométricos sufridos en cuanto a masa corporal, altura e índice de masa corporal (IMC). Los objetivos del estudio son: analizar las diferencias entre salida y meta de masa corporal, altura e IMC; y describir la evolución del peso durante el evento.

Metodología: la masa corporal, altura e IMC fueron comparadas utilizando una prueba t de Student. Para describir la evolución de la masa corporal durante la carrera se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas.

Resultados: los resultados obtenidos indican cambios estadísticamente significativos para el análisis de ambos objetivos.

Discusión y conclusiones: los resultados obtenidos son coherentes con otros estudios similares, aunque existen concreciones y matices interesantes. Destaca la pérdida de masa corporal de los corredores, lo cual hace recomendable realizar medidas durante la carrera para evitar consecuencias negativas en la salud.

Palabras clave: antropometría, peso, ultramaratón.

ABSTRACT

Introduction: this study analyses anthropometric changes in terms of body mass, height and body mass index (BMI), in 32 finishers of the Ultratrail-CSP-115. The aims of the study are: to analyse the differences of body mass, height and BMI between the start and the finish of the race; and to describe the evolution of the weight during the event.

Methodology: the body mass, height and BMI were compared using a T-Student test. To describe the evolution of body mass during the race an analysis of variance (ANOVA) for repeated measures was used.

Results: significant changes were observed in the analysis of both objectives.

Discussion and conclusions: the results are consistent with other similar studies, although there are concretions and interesting nuances. It stresses the loss of body mass of runners, which makes it advisable to make measurements during the race to avoid negative health consequences.

Keywords: anthropometry, weight, ultramarathon



INTRODUCCIÓN

La existencia de carreras de ultra-trail ha sufrido un incremento exponencial en los últimos años (Hoffman et al., 2010a; Peter et al., 2014). Debido a las características extremas de este tipo de pruebas y a las consecuencias que éstas pueden tener sobre la salud de los participantes, es necesario investigar determinados parámetros para conocer más a fondo sus efectos. En particular, este trabajo se enmarca en el proyecto *Penyagolosa Trail Saludable*, organizado por el Servei d'Esports de la Universitat Jaume I de Castellón, el club de montaña Desert Amunt y Penyagolosa Trails. Dicho proyecto surge en 2014 con el objetivo de poner en marcha una investigación pionera en España, con la que obtener datos para la mejora de la salud de los corredores por medio de la medición de factores psicológicos, de hábitos de entrenamiento y de parámetros fisiológicos como la evolución del peso, tensión arterial, analíticas sanguíneas, etc.

La CSP-115 es una ultratrail de 118 km de recorrido y un desnivel acumulado de subida de 5.439 metros y de bajada de 4.227 metros. La carrera se inicia a 40 metros sobre el nivel del mar y finaliza a 1280 metros de altura, con carácter de semi-autosuficiencia y un tiempo máximo de 30 horas. La tercera edición de la CSP 115, donde se puso en marcha este proyecto, fue Campeonato de España de Ultra Trail FEDME (Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada). En cuanto a las condiciones climáticas de la prueba, la salida se dio en Castellón a las 6:00 con una temperatura de 14,1° C y una humedad de 80%. En el observatorio de Atzeneta (próximo a meta) se alcanzaron temperaturas mínimas de 7,4° C y máximas de 24,3° C, con una humedad máxima de 88% y una mínima de 23%.¹

La investigación que se presenta en este artículo aborda el análisis de variables que necesitan ser más estudiadas en este tipo de eventos, como la evolución de la masa corporal, la altura y el índice de masa corporal (IMC).

Respecto a la masa corporal, son varios los estudios que afirman que, aunque se trata de un factor cuya variación tiene un valor limitado para monitorizar la

salud de los corredores, debe tenerse igualmente en cuenta, ya que pérdidas superiores al 2% del total de la masa corporal podrían estar relacionadas con deshidratación (Joslin et al., 2014; Lebus et al., 2010). Sin embargo, según otros autores se trata de un valor susceptible de discusión (Rüst et al., 2012). Parece ser que, pérdidas cercanas al 6% del total de la masa corporal podrían estar relacionadas con disfunciones termo-reguladoras, deshidratación, mareo e incluso problemas cardiovasculares (Lebus et al., 2010). En este sentido, Lebus et al., (2010) advierten la importancia de relacionar la ingesta de agua con sodio y sales para mantener la homeostasis.

Algunos estudios indican que la pérdida de masa entre la salida y la meta en participantes de este tipo de pruebas suele rondar el 3-4% (Hoffman y Stuempfle, 2014; Kao et al., 2008; Lebus et al., 2010; Passagglia et al., 2013). Aunque se cree que la mayor parte del peso se pierde en la parte final de la prueba, existen pocos estudios que analicen la pérdida de masa corporal en los diferentes tramos de carrera (Kao et al., 2008). Uno de esos estudios muestra una pérdida de masa corporal de entre 6.8% y 3.1% en los 10 primeros clasificados del *161km-WSER*, produciéndose más del 2% de dicha pérdida en los primeros 90km, 3% en el km 126 y entre 5-6% al final (Hoffman y Stuempfle, 2014). Por otra parte, Joslin et al. (2014) realizaron un estudio similar en la ultra-maratón *Desert Race Across the Sand (R.A.T.S)*. Durante los seis días de carrera, se observa una pérdida de peso general de 2.96% el primer día, 7.42% el segundo día, 2.21% el cuarto día y 3.35% el sexto día (el quinto día es de descanso).

En cuanto al análisis del IMC, mientras que algunos estudios ponen de manifiesto que existen asociaciones entre el IMC y la velocidad de carrera (Hoffman et al., 2010a), llegando a explicar un 10-11% de las diferencias de rendimiento (correlación negativa); otros no encuentran correlaciones significativas en este sentido (Knechtle et al., 2007). Asimismo, en relación a la diversidad de valores del IMC en los participantes, Hoffman (2008) encuentra un amplio rango de variación en su estudio realizado en la *161km-WSER*. Concretamente, destaca la existencia tanto de corredores con un bajo IMC, como otros con valores de sobrepeso e incluso obesidad. Esta heterogeneidad se mantiene, según su investigación, incluso en los corredores con mejor

¹ Información facilitada por la Agencia Estatal de Meteorología (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente).



rendimiento, no encontrando tampoco diferencias en función de la edad, ni entre aquellos que acabaron la carrera y los que no. Este resultado concuerda con las apreciaciones de Knechtle et al. (2012).

Con todo ello, nuestra investigación se centró en estudiar los cambios en la masa corporal, la altura y el IMC sucedidos durante la CSP-115. Concretamente la investigación busca: 1) analizar las diferencias de masa corporal, altura e IMC entre salida y meta y 2) describir la evolución de la masa corporal durante la carrera, haciendo tres mediciones durante el recorrido además de las realizadas en la salida y en la meta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este estudio el proyecto Penyagolosa Trail Saludable contó con el consentimiento informado de cada participante. Asimismo, el proceso de investigación ha sido aprobado por la Comisión Deontológica de la Universitat Jaume I de Castellón, encargada de valorar el cumplimiento ético de los proyectos de investigación; conforme a los requisitos de la Declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial (AMM).

Muestra

A la hora de seleccionar a los atletas participantes en esta investigación se tuvieron en cuenta aspectos como el sexo, la edad, los tiempos obtenidos en pruebas anteriores, el currículo deportivo, el número de ultra-trails realizadas y finalizadas, y las expectativas de marca final en esta edición.

Para el estudio se tomó una muestra inicial de 50 atletas, 45 hombres (90%) y 5 mujeres (10%), aunque por diferentes motivos de salud únicamente 48 tomaron la salida (44 hombres y 4 mujeres). De ellos, sólo 30 hombres y 2 mujeres finalizaron la prueba (64%) los cuales han sido incluidos en este análisis, siendo una proporción comparable al conjunto total de participantes que finalizaron la carrera (65.79%).

Instrumentos de medida y análisis

Altura. Representada en un plano sagital por la distancia máxima entre la región plantar o plano de sustentación y el vértex, la altura se midió con un estadiómetro SECA-213, siguiendo la metodología de Lohman (Lohman, Roche y Martorell, 1988). Se tomaron dos medidas, una antes de la salida y otra al

finalizar la prueba. Esta variable se expresa en centímetros y su medición se realizó con el sujeto de pie, descalzo y completamente estirado, colocando los pies paralelos y las nalgas, hombros y cabeza en contacto con un plano vertical. Los corredores debían mantener la cabeza cómodamente erguida con el borde orbitario inferior en el mismo plano horizontal que el conducto auditivo externo (Plano de Frankfurt), y los brazos colgando a lo largo del cuerpo de una manera natural con las palmas de las manos frente a los muslos. El sujeto debía realizar una inspiración profunda para obtener la extensión máxima de la columna. El investigador encargado de tomar la medida descendía lentamente la plataforma horizontal del estadiómetro hasta contactar con la cabeza del sujeto estudiado, ejerciendo una suave presión para minimizar el efecto del pelo.

Masa corporal. La masa corporal se midió con básculas de suelo digitales modelo SECA-770, con una precisión de 100 gramos. Para el estudio de la masa corporal se tomaron seis medidas: una el día previo a la prueba, otra antes de la salida (km-0), tres durante el transcurso de la misma (Useras: km.33.8; Culla: km.72.5; y Vistabella: km.91.1), y otra al finalizar la prueba (Meta: Km-118). Esta medida se expresa en Kilogramos. Para realizar cada medición la persona se colocaba en el centro de la plataforma de la báscula, distribuyendo el peso por igual entre ambas piernas, en posición erguida, con los brazos colgando lateralmente, sin que el cuerpo estuviese en contacto con ningún objeto a su alrededor, y sin realizar ningún movimiento. En todas las medidas, la masa corporal se tomó con la indumentaria de carrera (la mochila y demás accesorios fueron dejados aparte), de manera que no existieran distorsiones causadas por este motivo, siendo la ingesta de alimentos y líquidos la única variable contaminante no controlada por razones obvias.

Índice de Masa Corporal (IMC). El IMC se obtiene al dividir el valor de la masa corporal en Kilogramos por la talla en metros elevada al cuadrado (peso Kg/talla m²).

Análisis

El tratamiento estadístico de los datos se efectuó con el programa informático IBM SPSS Statistics 22. Con posterioridad a la introducción de los datos se realizó una revisión de los mismos, a fin de poder corregir o eliminar aquellos que pudieran



considerarse erróneos a causa de posibles equívocos en los procesos de medida o de introducción.

Los datos analizados en este estudio son considerados estadísticamente como variables cuantitativas continuas. Inicialmente, se comprobó la normalidad de los datos utilizando la prueba de Kolmogorov- Smirnov para una muestra. Las medias de la masa corporal, altura e IMC, pre- y post-carrera, fueron comparadas utilizando una prueba t de Student para muestras relacionadas. Para describir la evolución de la masa corporal entre los distintos tramos de la carrera se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas. En caso de no cumplirse el supuesto de esfericidad (test W de Mauchly) se empleó el índice corrector épsilon de Greenhouse-Geisser. Las comparaciones por pares se realizaron aplicando el ajuste de Bonferroni. Los datos se han expresado como medias \pm DE. El nivel de significación se fijó en $p < 0.05$.

RESULTADOS

Evolución de variables en carrera

El contraste de los datos entre la salida y la meta (tabla 1) evidenció una pérdida significativa de la masa corporal $t(31) = 6.42$; $p < 0.001$; así como de la altura $t(31) = 2.363$; $p < 0.01$; y finalmente también del IMC con un resultado de $t(31) = 12.49$; $p < 0.001$. Igualmente la distribución de los deportistas al respecto de su perfil según el IMC en salida fue de un 68.75% de normopeso; un 28.13% de sobrepeso y un 3.13% de obesidad.

TABLA 1. Comparación IMC, altura y masa corporal (dif. diferencias; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

	Salida	Meta	dif (salida-meta)
Masa corp Kg (media \pm DE)	73.19 (8.48)	69.75 (7.92)	***
Altura cm (media \pm DE)	172.69 (5.47)	172.03 (5.31)	**
IMC Kg/m² (media \pm DE)	23.95 (2.39)	23.53 (2.17)	***

Masa corporal y su evolución en carrera

Se estudió la evolución de la masa corporal de los corredores durante el transcurso de la carrera. Para ello, se tuvieron en cuenta en el análisis seis

mediciones: (1) Día previo; (2) Salida-km0; (3) Useras-km33.8; (4) Culla-km72.3; (5) Vistabella-km91.1; (6) Meta-km118.

El resultado del análisis estadístico, $F(26) = 54.64$; $p < 0.001$, concluye que existen diferencias significativas entre los seis momentos del muestreo. Con el objetivo de profundizar en este análisis y comparar la evolución de la masa corporal entre los diferentes tramos, se aplicó el ajuste de intervalo de confianza de Bonferroni. En la tabla 2 se muestran las diferencias entre los diferentes controles, destacando que en la comparación por pares consecutivos, a partir de los cuales se aprecia la evolución de la masa corporal según se avanza en la carrera, se observan diferencias significativas en todas las comparaciones excepto en las del km-72.3 al km-91.1, y en la del km-91.1 y el km-118.

TABLA 2. Evolución de la masa corporal entre mediciones (Diferencias *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

	Feria	km-0	km-33.8	km-72.3	km-91.1	km-118
Feria (71.57Kg \pm 8.67)		***		***		***
Km-0 (73.19Kg \pm 8.48)	***		***	***		***
km-33.8 (71.11Kg \pm 8.20)		***		***		***
km-72.3 (70.22Kg \pm 8.03)	***	***	***			
km-91.1 (70.94Kg \pm 8.71)						
km-118 (69.75Kg \pm 7.92)	***	***	***			

En la figura 1 se muestra la evolución de la masa corporal representado como porcentaje (%) de variación sufrido durante el evento respecto a la salida. Se aprecia un aumento de masa corporal entre el día previo y el momento de la salida, y un progresivo descenso a medida que avanza la prueba. En particular se observa un descenso durante los primeros 33.8 km de competición, un descenso menos acusado entre el km 33.8 y el km 72.3, un aumento hasta el km 91.1 y una nueva pérdida entre el km 91.1 y el km 118.

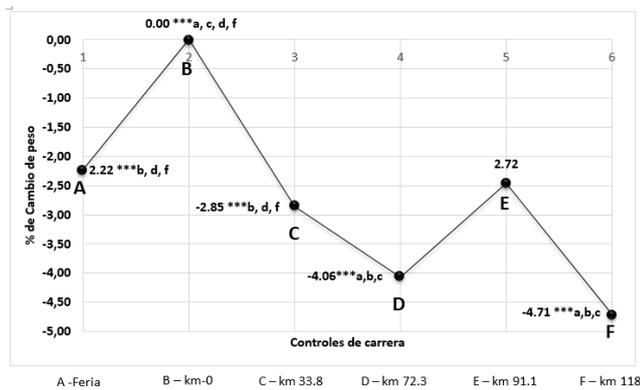


Figura 1: Evolución del porcentaje de pérdida de masa corporal durante el evento respecto a la salida (%). *** Diferencia significativa de la masa corporal entre el punto de control correspondiente (A, B, C, D, E y F) y los puntos de control anteriores (a,b,c,d y/o e), $P < 0.001$.

DISCUSIÓN

Dado que la expansión de las pruebas de ultratrail es todavía muy reciente, el estudio de variables como la masa corporal, la altura y el IMC en participantes de este tipo de carreras está en una fase inicial. En este estudio se analizan la evolución de estos factores en 32 participantes que finalizaron el Ultratrail-CSP115 con el objetivo de ampliar los conocimientos en este campo. Respecto a la evolución de la masa corporal, nuestros resultados muestran una pérdida de hasta un -4,71% respecto a la salida. Esta pérdida del total de la masa corporal es similar a la obtenida en otros estudios que detectan pérdidas entre el -6.8 y el -3.1% (Hoffman y Stuempfle, 2014; Kao et al., 2008; Lebus et al., 2010; Passaglia et al., 2013). Así pues, sería recomendable que los corredores de ultratrail tuvieran una estrategia de hidratación y nutrición más exhaustiva para evitar descensos del total de la masa corporal tan elevados, ya que según los estudios revisados pérdidas cercanas al 6% del total de la masa corporal podrían estar relacionadas con disfunciones termo-reguladoras, deshidratación, mareo e incluso problemas cardiovasculares (Lebus et al., 2010).

Por otro lado, nuestros resultados muestran un descenso de más de medio centímetro (0.66 cm) de media en la talla de los corredores de la CSP115, entre la salida y la meta (172.69 ± 5.47 cm vs. 172.03 ± 5.31 cm). Este dato es novedoso en estudios de este tipo, ya que no se encuentra reflejado en la bibliografía. A priori, es lógico pensar que este descenso en la talla pueda ser debido a motivos como la compresión de los discos intervertebrales y el agarrotamiento muscular que sufren los atletas a la hora de la medición post-carrera.

Respecto a la evolución del IMC, nuestros resultados muestran una variación significativa entre la salida y la meta. Además, al igual que Hoffman (2008) en su estudio realizado en la 161km-WSER, encontramos un amplio rango de variación entre corredores, existiendo tanto corredores con un bajo IMC, como otros con sobrepeso e incluso obesidad. Esta heterogeneidad se mantiene, según su investigación, incluso en los corredores con mejor rendimiento, no encontrando diferencias en función de la edad, ni tampoco entre los que acabaron la carrera y los que no (Hoffman y Fogard, 2012).

Finalmente, se planteó analizar la evolución de la masa corporal durante la carrera. Para ello, se realizaron mediciones durante el recorrido adicionalmente de las recogidas en la salida y en la meta. El descenso de la masa corporal (en %) del estudio de Hoffman y Stuempfle (2014) sigue una línea similar al presentado en este trabajo, aunque la carrera (161km-WSER) sobre la que realizaron su estudio es 43 km más larga. Aun así, tal y como se observa en la figura 1, el patrón de cambio en ambos estudios es similar aunque el porcentaje de masa corporal perdido es mayor en el nuestro. El conjunto de los deportistas continúan perdiendo masa corporal hasta el Km 72.3, recuperando 1.6% de la misma en el Km 91.1 a partir donde vuelve a tener una mayor pérdida hasta la meta, valor más elevado (4.71%). A diferencia, Hoffman y Stuempfle (2014) muestran que la mayor pérdida se produce hasta el Km 48 recuperando ligeramente hasta el Km 90 y, en su caso, manteniéndose estable hasta la meta.

Si estudiamos el cambio de la masa corporal de cada punto de control respecto a la salida, en la Tabla 1 observamos que existen diferencias significativas entre todos ellos con la salida exceptuando el control del km 91.1. Hoffman y Stuempfle (2014) también observan cambios significativos en todos los puntos de control respecto a la salida exceptuando el del km 90 cuando analiza a los 10 primeros corredores de la prueba. No obstante, como ya hemos comentado, esto no se produce cuando el análisis se efectúa con todos los participantes, por lo que nuestros resultados se asemejan más a los obtenidos por los más rápidos de su estudio. Una posible justificación pueda estar en la distribución del esfuerzo de los deportistas que afrontan una carrera de 118 Km respecto a una de 161 Km.



En definitiva, los resultados de esta investigación revelan una sólida consistencia con la literatura existente, mostrando un descenso significativamente estadístico de la masa corporal y del índice de masa corporal, así como también de la altura, aunque el incluir esta última variable en el análisis parece ser bastante más innovador ya que no se ha encontrado bibliografía que analice la variabilidad del IMC teniendo en cuenta este factor.

CONCLUSIONES

El estudio presentado muestra los cambios en la masa corporal, altura e índice de masa corporal (IMC) de los corredores del Ultratrail CSP-115. Como se desprende de la discusión, en gran medida los resultados obtenidos son coherentes con otros estudios que han llevado a cabo análisis similares. No obstante, existen concreciones y matices interesantes que pasamos a destacar en relación a los objetivos de nuestra investigación.

Debido al elevado porcentaje de pérdida de masa corporal de los corredores respecto a la salida (media de 4,71%), sería recomendable utilizar medidas durante la carrera para alertar de posibles deshidrataciones, mareos y/o problemas cardiovasculares o de termorregulación con el objetivo de evitar posibles consecuencias negativas para la salud.

Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por otros estudios realizados en ultramaratones. Este hecho otorga fiabilidad como valor de referencia para corredores quieran abordar este tipo de eventos.

En cualquier caso, siendo la participación en carreras de ultratrail una práctica en constante aumento, es importante generar más estudios de estas características de manera que se obtengan directrices científicas tanto para valorar y planificar con más especificidad el entrenamiento, como para valorar aspectos de salud. En este sentido, se apuntan a continuación algunas de las limitaciones encontradas aquí para ser tenidas en cuenta en futuras investigaciones. En primer lugar, sería deseable incrementar la cantidad de mujeres en el estudio, de manera que los datos obtenidos pudieran tener en cuenta la variable sexo de un modo más consistente. Asimismo, sería interesante aplicar técnicas de balanceo o equilibración de la muestra en relación a

la variable edad; por ejemplo, configurando la muestra por bloques.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha podido llevar a cabo gracias a la colaboración de Hospitales NISA, la Asociación de Diabetes de Castellón (ADI-CAS), Oximesa S.L y Villarreal Club de Fútbol, S. A. D.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hoffman, M. D. (2008). Anthropometric characteristics of ultramarathoners. *Int J Hist Sport*. 29: 808-811.
- Hoffman, M. D.; Fogard, K. (2012). Demographic Characteristics of 161-km Ultramarathon Runners. *Research in Sports Medicine*. 20: 59-69
- Hoffman, M. D; Ong J. C; Wang, G. (2010). Historical analysis of participation in 161 km ultramarathons in North America. *Int J Hist Sport*. 27: 1877-1891
- Hoffman M. D.; Stuempfle, K. J. (2014). Hydration Strategies, Weight Change and Performance in a 161 km Ultramarathon. *Research in Sports Medicine*, 22: 213-225.
- Joslin, J.; Worthing, R.; Black, T.; Grant, W. D.; Kotlyar, T.; Wojcik, S.M. (2014). Analysis of Weight Change and Borg Rating of Perceived Exertion as Measurements of Runner Health and Safety During a 6-Day, Multistage, Remote Ultramarathon. *Clin J Sport Med*. 24: 245-250.
- Kao, Wei-Fong; Shyu, Chih-Ling; Yang, Xiu-Wu; Hsu, Teh-Fu; Chen, Jin-Jong; Kao, Wei-Chun; Polun-Chang, ; Huang, Yi-Jen; Kuo, Fon-Chu; Huang, Chun-I; Lee, Chen-Hsen. (2008). Athletic performance and serial weight changes during 12- and 24 hour ultra-marathons. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 18, 155-158.
- Knechtle, P.; Bescos, R. (2012). Estimation bias: body mass and body height in endurance athletes. *Perceptual & Motor Skills: Physical Development & Measurement*, 115 (3): 833-844.
- Knechtle, B.; Knechtle, P.; Andonie, J. L.; Kohler, G. (2007). Influence of anthropometry



on race performance in extreme endurance triathletes: World Challenge Deca Iron Triathlon. *Br J Sports Med*, 41: 644-8.

9. Lebus, D. K.; Casazza, G.; Hoffman, M. D.; Van Loan, M. D. (2010). Can Changes in Body Mass and Total Body Water Accurately Predict Hyponatremia After a 161-km Running Race? *Clin J Sport Med*, 20(3): 193-199.
10. Lohman T, Roche A, Martorell R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Illinois: Humana Kinetics Books.
11. Passaglia, D. G.; Marin, L. G.; Barberato, S. H.; Guerios, S. T.; Moser, A. I.; Fernandes, M. M.; Ishie, E.; Guarita-Souza, L. C.; Frack, C.; Rocha, J. (2012). Acute Effects of Prolonged Physical Exercise: Evaluation after a Twenty-Four-Hour Ultramarathon. *Arq Bras Cardiol*. 100(1):21-28
12. Peter, L.; Rüst, C. A.; Knechtle, B.; Thomas Rosemann, T.; Lepers, R. (2014). Sex differences in 24-hour ultra-marathon performance- A retrospective data analysis from 1977 to 2011. *Clinics*, 69 (1): 38-46.
13. Rüst, C. A.; Knechtle, B.; Knechtle, P.; Wirth, A.; Rosemann, T. (2012). Body Mass Change and Ultraendurance Performance: A decrease in Body Mass is associated with an increased Running Speed in Male 100-km Ultramarathoners. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26 (6): 1505-1516.