



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**IDI
SPORT**

CONGRESO INTERNACIONAL
EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y DEL DEPORTE
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

JARDUERA FISIKO ETA
KIROL ZIENTZEN
NAZIOARTEKO BILTZARRA
IKERKETA, GARAPENA ETA BERRIKUNTZA

INTERNATIONAL CONGRESS
OF PHYSICAL ACTIVITY
AND SPORT
RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION



Departamento de
Educación Física y Deportiva
Gorputz eta Kirol
Hezkuntzako Salla

IDI SPORT - Jarduera Fisiko eta Kirol Zientzien Nazioarteko
Biltzarraren antolakuntza batzordeak

ZIURTATZEN DU

El Comité Organizador del Congreso Internacional en Ciencias de la
Actividad Física y del Deporte - IDISPORT

CERTIFICA

OGUETA ALDAY, Ana

JAKINARAZPENA aurkeztu dute

Han presentado la **COMUNICACIÓN**,

Factores que afectan a la economía de carrera en corredores de fondo y medio fondo

UPV/EHU-ko Gorputz eta Kirol Hezkuntza Sailak Vitoria-Gasteizen
azaroaren 24 eta 25ean antolatutako, IDISPORT Biltzarrean.

En el Congreso Internacional IDISPORT celebrado en Vitoria-Gasteiz
los días 24 y 25 de noviembre, organizado por el Dpto. de Educación
Física y Deportiva de la UPV/EHU.

Vitoria-Gasteizen, 2011 azaroaren 25ean.

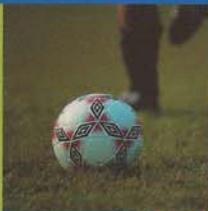
En Vitoria – Gasteiz, 25 de noviembre de 2011.



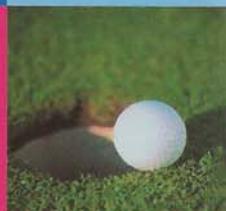
COMITÉ ORGANIZADOR

Investigación e innovación en el deporte

RENDIMIENTO
DEPORTIVO
KIROL-
ERRENDIMENDUA
SPORTS
PERFORMANCE



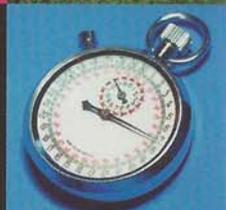
GESTIÓN, OCIO Y
RECREACIÓN
KUDEAKETA ETA
KIROL-JOLASA
MANAGEMENT &
RECREATION



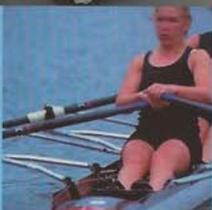
ACTIVIDAD
FÍSICA Y SALUD
JARQUERA
FISIKOA ETA
OSASUNA
PHYSICAL
ACTIVITY &
HEALTH



INVESTIGACIÓN
SOCIAL
GIZARTE-
IKERKETA
SOCIAL
RESEARCH



ENSEÑANZA E
INICIACIÓN
IRAKASKUNTZA
ETA HASTAPENA
TEACHING
& SPORTS
INITIATION



Contiene
CD ROM


EDITORIAL
PAIDOTRIBO

Coordinadores de la obra:

Inmaculada Martínez de Aldama; Ruth Cayero; Julio Calleja

Comité revisor de la obra:

Jesús Cámara Tobalina, Julio Calleja González, Julen Castellano Paulis, Ruth Cayero Alkorta, Susana Gil Orozko, Ángel González Suárez, Beatriz Garai Ibañez de Elejalde, Oscar Garai Plaza, Cristina Granados Domínguez, Margari Gomendio Alberdi, Susana Irazusta Adarraga, María José Inza Arregi, Inmaculada Martínez de Aldama Ortuzar, Raúl Martínez de Santos Gorostiaga, Luis V. Solar Cubillas, Oidui Usabiaga Arruabarrena, Asier Zubillaga Zubiaga

Departamento de Educación Física y Deportiva.

Facultad de ciencias de la Actividad Física y del deporte UPV/EHU

Gorputz eta Kirol Hezkuntzako Saila.

Jarduera Fisikoaren eta Kirolaren Zientzien Fakultatea. UPV/EHU

© 2012

Editorial Paidotribo
Les Guixeres
C/ de la Energía, 19-21
08915 Badalona (España)
Tel.: 93 323 33 11 – Fax: 93 453 50 33
<http://www.paidotribo.com>
<http://www.paidotribo-ebooks.com>
E-mail: paidotribo@paidotribo.com

Primera edición:

ISBN: 978-84-9910-197-2

BIC: WSDF

Diagramación: editor service, s.l.

Diagonal, 299 – 08013 Barcelona

Creadisseny@editorservice.net

Impreso en España por: Imprès Grup de Comunicació

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Índice

11	Prólogo
12	El deporte como producto cultural <i>Rivera, Antonio</i>
27	ACTIVIDAD FÍSICA E INVESTIGACIÓN SOCIAL
28	Mujer y deporte: de la teoría a la práctica <i>Soler Prat, Susanna</i>
42	“Amb Forma de Dona”: mujeres magrebíes haciendo actividad física (AF). <i>Nasri, Kheira; Soler, Susanna</i>
50	Aproximación fenomenológica y humanística al hombre deportivo: Lance Armstrong. <i>Aguiló Sabater, Joan Gabriel</i>
57	Eficacia del aprendizaje incidental en los deportes de interacción. Estado de la cuestión y propuesta de intervención. <i>Camacho Lazarraga, Pablo</i>
64	Elaboración del registro de evaluación del continuo deportividad-violencia en la competición del fútbol base (REPF). <i>Saenz Ibañez, Alfredo; Gutiérrez Pablo, Héctor; Gimeno Marco, Fernando</i>
72	El perfil del monitor de deporte escolar I: características que presenta. <i>Inza Arregi, María José; Macazaga López, A.M.</i>
81	El perfil del monitor de deporte escolar II: características que debería presentar en la búsqueda de un deporte escolar educativo. <i>Inza Arregi, María José; Macazaga López, A.M.</i>
88	Emakumea pilotan: kultura eta antolaketaren eraginak Gipuzkoan. <i>Fernández Lasa, Uxue; Usabiaga Arruabarrena, Oidui</i>
95	Esbozo para una historia del deporte femenino en la ciudad de Vitoria durante el franquismo. <i>Garai Ibañez de Elejalde, Beatriz; Egibar Artola, Miren; Ruiz de Arcaute, Javier</i>
104	Evolución del deporte escolar femenino en Gipúzkoa. <i>Irazusta Adarraga, Susana; Arribas Galarraga, Silvia; Palacios Moreno, María; Balerdi Iztueta, Amaia; Gil de Montes Echaide, Lorena</i>
110	Impacto mediático de las deportistas de élite gipuzkoanas. <i>Irazusta Adarraga, Susana; Etxebarria Murgiondo, Juan; Azurmendi Echeagaray, Ainhoa; Garai Ibañez de Elejalde, Beatriz; Egibar Artola, Miren</i>
118	Ocio-deporte: ¿un ámbito de transmisión de valores? <i>Romero Da Cruz, Sheila; Madariaga Ortúzar, Aurora</i>
125	Protocolo de prevención de partidos de riesgo: una experiencia aplicada para la prevención de la violencia en el fútbol base. <i>Sáenz Ibañez, Alfredo; Gimeno Marco, Fernando; Gutiérrez Pablo, Héctor</i>

644	Efectos en la capacidad de salto en programa de entrenamiento de 7 semanas con inestabilidad. <i>Maté Muñoz, J.L.; Muñoz González, A.; Villadóniga Zambrano, M.; Garnacho Castaño, M.V.</i>
651	Efectos sobre variables de fuerza de dos programas de entrenamiento de contrastes a corto plazo en jugadores juveniles de fútbol. <i>Izquierdo Velasco, José María; Mateo López, Luis Manuel; Sedano Campo, Silvia; De Benito Trigueros, Ana María; Redondo Castan, Juan Carlos</i>
660	El judoka español de alto rendimiento. <i>Rodríguez de Francisco, César; Martínez de Santos, Raúl</i>
669	Factores que afectan a la economía de carrera en corredores de fondo y medio fondo. <i>Ogueta Alday, Ana; Morante Rábago, Juan Carlos; Rodríguez Marroyo, José Antonio; Villa Vicente, José Gerardo; García López, Juan</i>
675	Goi mailako futbol jokalarari gazteen hezur adina, ezaugarri antropometrikoak eta errendimenduzkoak denboraldi baten zehar. <i>Bidaurrezaga López de Letona, Iraia; Badiola Lekue, Aduna; Santos Concejero, Jordan; Gravina, I.; Amado Peña, Markos; Lekue, José Antonio</i>
681	Implicaciones técnicas de la acción previa en el lanzamiento de tres puntos de baloncesto. <i>Rafael Sabido Solana; Carla Caballero Sánchez; David Barbado Murillo</i>
688	Influencia de la pretemporada en los valores de fuerza y potencia en futbolistas. <i>Salinero J.J.; González-Millán, Cristina; Del Coso, J.; Abián-Vicén, J.; López del Campo, R.; Gutiérrez-del Pozo, D.; Miguélez, R.</i>
695	Intensidad específica durante el período de puesta a punto: ¿es el ritmo específico de competición la mejor opción? <i>Muñoz Pérez, Iker</i>
701	La comunicación no verbal de los entrenadores de baloncesto en la interacción con los jugadores. <i>Jodrá, Pablo</i>
707	La orientación del espacio y el número de jugadores participantes: ¿influyen en la respuesta física del jugador de fútbol? <i>Casamichana Gómez, David; San Román Quintana, Jaime; Calleja González, Julio</i>
714	Método continuo vs. intermitente durante los juegos reducidos en fútbol: ¿cuál es más efectivo? <i>Casamichana Gómez, David; San Román Quintana, Jaime; Castellano Paulis, Julen; Calleja González, Julio</i>
721	Perfil de condición física y predicción del IMC por composición corporal en jóvenes jugadores y jugadoras de baloncesto de élite. <i>Del Pozo Cruz, Jesus; Del Pozo Cruz, Borja; Alfonso Rosa, Rosa M^a; Del Pozo Cruz, José T.; Rodríguez Bies, Elizabeth; López-Lluch, Guillermo; Navas Lloret, Plácido</i>

Factores que afectan a la economía de carrera en corredores de fondo y medio fondo

Ogueta Alday, Ana; Morante Rábago, Juan Carlos; Rodríguez Marroyo, José Antonio; Villa Vicente, José Gerardo; García López, Juan

RESUMEN

El rendimiento en carreras de fondo y medio fondo depende del consumo máximo de oxígeno, del umbral anaeróbico y de la economía de carrera. A su vez, este último factor está influenciado por otra serie de factores, objeto de estudio en esta revisión. Entre ellos se encuentran los factores ambientales (viento, temperatura y humedad), psicológicos (emoción, dirección de la atención y música), entrenamiento (fuerza, altitud, ambientes calurosos e interválico), fisiológicos (edad, género, tipo de fibras musculares, ventilación y umbral anaeróbico), fatiga y biomecánicos (leg-stiffness, flexibilidad, antropometría, patrones de pisada, uso del calzado y parámetros espacio-temporales). La influencia de algunos de ellos (humedad, música, dirección de la atención, entrenamiento en altitud, frecuencia y amplitud de zancada) sobre la economía de carrera es difusa. En algunos casos (frecuencia y amplitud) puede que hayan sido las limitaciones tecnológicas las que hayan impedido su conocimiento. Una vez resueltas habría que ahondar en su análisis.

Palabras clave: rendimiento, carrera, media y larga distancia.

ABSTRACT

Performance in middle and long distance running depends on maximum oxygen consumption, anaerobic threshold and running economy. At the same time, running economy is influenced by a number of other factors that will be reviewed in this study. Among them we can find environmental factors (wind, temperature and humidity), psychological (emotional, focus of attention and music), training (strength, altitude, hot environments and interval), physiological factors (age, gender, muscle fiber type, ventilation and anaerobic threshold), fatigue and biomechanics (leg-stiffness, flexibility, anthropometry, stride pattern, use of footwear and spatial-temporal parameters). The influence of some of them (humidity, music, focus of attention, altitude training, stride rate and length) on running economy still unclear. Technological limitations could have been responsible of the lack of knowledge of some of them (e.g. stride rate and length). Studies must deepen on them once these restrictions are solved.

Key words: performance, running, middle and long distance.

LA ECONOMÍA DE CARRERA: FACTORES DETERMINANTES

El rendimiento en carreras de fondo y medio fondo depende fundamentalmente de: 1. el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), 2. la capacidad para mantener un porcentaje elevado del VO_{2max} y 3. la economía de carrera (EC) (Foster y Lucía, 2007). Esta última es definida como el gasto energético o VO_2 consumido a una velocidad de carrera determinada (Morgan y Craib, 1992). Se ha demostrado que atletas con similares VO_{2max} y umbrales anaeróbicos, presentan variaciones de hasta un 30% en la EC (Saunders *et al.*, 2004). Incluso, se puede obtener mejor EC con valores más bajos de VO_{2max} (Foster y Lucía *et al.*, 2007). A su vez, la EC también está limitada por otra serie de factores. Ante la disparidad de criterios a la hora de realizar una clasificación uniforme (McCann y Higginson, 2008; Saunders *et al.*, 2004; Svedenhag, 2000), hemos optado por adaptar las propuestas por los anteriores autores donde identificamos 6 factores (ambientales, psicológicos, entrenamiento, fisiológicos, fatiga y biomecánicos) que afectan a la EC (figura 1). Así, el objetivo de nuestro estudio es hacer una revisión de todos y cada uno de ellos, así como mostrar las áreas potenciales en las que poder trabajar en el futuro.



Figura 1. Factores que afectan a la economía de carrera (clasificación adaptada a partir de McCann y Higginson, 2008; Saunders *et al.*, 2004 y Svedenhag, 2000).

Factores ambientales

El *aire/viento* contra el que se enfrenta el corredor afecta negativamente a la EC. Esta resistencia extra aumenta al cubo a la velocidad de carrera (Saunders *et al.*, 2004) y se estima que en pruebas de larga distancia es un 2-4% (Svedenhag, 2000). Aunque el efecto de la *temperatura* ambiente en la EC no ha sido específicamente analizado, se puede afirmar que una temperatura inadecuada podría afectarla. Los mecanismos de disipación del calor se activan más y posiblemente deterioran la EC (Svedenhag, 2000). El efecto de la *humedad* en el rendimiento físico (y por extensión en la EC) no es claro, ya que ningún estudio ha manipulado esta variable. Uno de los pocos trabajos sobre el tema asocia una mayor humedad específica con una mayor tasa de abandono en la maratón de Estocolmo entre 1980-2008 (Vihma, 2010). Matizar que los factores ambientales en general parecen afectar menos a la mujer que al hombre, ya que ellas corren alrededor de un 10% más lento y

presentan una mayor superficie corporal relativa a su masa, permitiéndoles una mayor tasa de evaporación relativa.

Factores psicológicos

A mayor tensión *emocional*, peor es la EC (Svedenhag, 2000), y una intervención psicofisiológica (e.g. relajación y *feedback*; Caird *et al.*, 1999) ha demostrado ser útil para su mejora. Por otro lado, la utilización de la *música* durante la carrera repercute en los estados de ánimo y el rendimiento (Schneider *et al.*, 2010). Aunque el efecto en la EC no ha sido analizado, las últimas investigaciones intentan esclarecer el tipo de música más acorde con las frecuencias naturales del cuerpo (latidos del corazón y actividad cerebral) (Schneider *et al.*, 2010). La utilización de ritmos similares podría hacernos optimizar el coste energético. Otro aspecto es la *dirección de la atención*, factor sin resultados concluyentes en deportes de resistencia. Algunos observan relación entre la dirección de la atención hacia aspectos internos (movimientos del cuerpo y sensaciones físicas) y una mayor velocidad de carrera, mientras otros autores abogan por una dirección externa (elementos del entorno), posibilitando la distracción del esfuerzo físico, tolerando el esfuerzo y el malestar durante más tiempo (Schucker *et al.*, 2009).

Entrenamiento

Los sujetos entrenados presentan mejor EC que los no entrenados (Svedenhag, 2000), y los corredores de larga distancia más que los de media distancia o velocistas (Saunders *et al.*, 2004). Aunque esto se deba en parte a una adaptación a los volúmenes de entrenamiento, 4 son las áreas en las que se podría intervenir: 1. *Entrenamiento de fuerza* que produzca adaptaciones neurales: pliométrico o dinámico de pesas (Berryman, 2010). De esta forma se reclutan mayores unidades motrices, con mayor sincronización, incrementando el stiffness músculo-esquelético y permitiendo recuperar/utilizar la energía de una forma más efectiva (Saunders *et al.*, 2004). 2. *Entrenamiento en altitud* para provocar una adaptación central y periférica que mejore el transporte y utilización de oxígeno. Aunque no se encuentran efectos perjudiciales sobre la EC los resultados no son concluyentes, unos observan mejoras (3.3% en 20 días de exposición; Saunders *et al.*, 2009) y otros no (Burtscher *et al.*, 2010). 3. *Entrenamiento en ambientes calurosos* para que tras la aclimatación la temperatura corporal sea más baja y el volumen plasmático mayor, pudiendo atenuar la respuesta termorreguladora y reducir así la energía requerida asociada al aumento de calor (Svedenhag, 2000). 4. *Entrenamiento interválico de alta intensidad*, el cual reduce la frecuencia cardíaca, ventilación y concentración de lactato a altas velocidades, beneficiando a la EC (Saunders *et al.*, 2004). Se proponen intensidades del 93-106% del VO_{2max} , sin sobrepasar el 132% del VO_{2max} para no desvirtuar la técnica de carrera y cumplir un volumen mínimo (Midgley *et al.*, 2007).

Factores fisiológicos

Con los años la EC va mejorando, adquiriéndose de forma natural un estilo de carrera más económico (McCann y Higginson, 2008). Respecto al *género* algunos autores citados en Saunders *et al.* (2004) no encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres; sin embargo, por un menor IMC todo parece indicar que la mujer es más económica (Hel-

gerud *et al.*, 2010). Dentro de la distribución de los *tipos de fibras musculares*, un mayor porcentaje de fibras lentas produce menor cantidad de lactato y de ahí un menor VO_2 (Saunders *et al.*, 2004). La *ventilación* supone el 6-7% del coste energético del ejercicio (Svedenhag, 2000) y se ha demostrado que el incremento de esta muestra tiene correlación con el deterioro de la EC (Saunders *et al.*, 2004). Por otro lado, el *umbral anaeróbico* es dependiente de la EC; con una mejora del primero también se puede reducir la energía requerida (Caird *et al.*, 1999).

Fatiga

Después de tramo en bici en un triatlón y/o al final de un maratón la EC se ve deteriorada en un 2-11% (Hue *et al.*, 1998). Existe un cambio en los parámetros fisiológicos (aumento de la frecuencia cardíaca y ventilación) (Bernard *et al.*, 2003), pero existe controversia en si este deterioro se debe también a alteraciones biomecánicas de la carrera (Hue *et al.*, 1998).

Factores biomecánicos

Un parámetro sobre el que más conocimiento se tiene es el *leg-stiffness* o rigidez muscular, sabiendo que a mayor *leg-stiffness* mayor es la EC (Arampatzis *et al.*, 2006). Se estima que sin la contribución del almacenaje y retorno de energía de músculos y tendones, el VO_2 aumentaría un 30-40% (Saunders *et al.*, 2004). La *flexibilidad* por su parte presenta una influencia negativa sobre la EC (Midgley *et al.*, 2007). A menor flexibilidad (sobre todo en cadera y gemelos) la energía elástica retornará con mayor facilidad (Svedenhag, 2000). Dentro de las *características antropométricas*, un menor porcentaje de grasa y una distribución de la masa cercana al cuerpo (parte superior del muslo y gemelos estrechos), ayudará a tener una mejor EC (Foster y Lucía, 2007; Storen *et al.*, 2011). Los *patrones de pisada* de planta entera o antepié presentan un mayor rendimiento que el talonador y todo parece indicar que también una mejor EC (Hasegawa *et al.*, 2007). Del mismo modo, el uso del *calzado* también se relaciona con la EC. Es posible que éste condicione el patrón de pisada, convirtiéndolo en más talonador (Lieberman *et al.*, 2010), pero también está el propio peso añadido que supone, ya que se trata de una masa periférica colocada a gran distancia de los principales ejes (Divert *et al.*, 2007). Por último, nos centraremos en los *parámetros espacio-temporales* de la carrera (tiempo de contacto y de vuelo, amplitud y frecuencia de zancada). Un mayor *tiempo de contacto* afecta negativamente a la EC ya que se provoca una deceleración de la velocidad horizontal, considerándose una pérdida de energía (Nummela *et al.*, 2007). La relación entre la *amplitud de zancada* y la EC es mucho menos clara. Morin *et al.* (2007) comentan que los corredores presentan mejor EC corriendo a amplitudes de zancada libremente escogidas en comparación con otras impuestas por el investigador (por encima y por debajo de la preferida). No obstante, Morgan *et al.* (1994), apuestan por un “entrenamiento biomecánico” mediante *feedback* audiovisual en caso de que la amplitud escogida individualmente no sea la más económica. A su vez, no se ha encontrado correlación entre la *frecuencia de zancada* y la EC (Storen *et al.*, 2011). Sólo se conoce que al aumentar la frecuencia de zancada se provoca un aumento del *leg-stiffness*, mediante una disminución en el tiempo de contacto (Morin *et al.*, 2007), lo que podría beneficiar a la EC. Así pues, la frecuencia y amplitud de zancada no parecen rela-

cionarse ni con la EC ni con el rendimiento (Storen *et al.*, 2011). Este desconocimiento puede deberse en parte, a limitaciones de los instrumentos de medida, de gran coste económico y/o que condicionan la manera natural de correr (Gullstrand y Nilsson, 2009). Un estudio reciente de nuestro grupo de investigación ha validado una nueva herramienta capaz de registrar de forma sencilla y precisa los parámetros espacio-temporales de la carrera (Ogueta-Alday *et al.*, 2011), y podría ayudar al conocimiento de la todavía desconocida relación entre frecuencia-amplitud y EC.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha justificado la influencia en la economía de carrera (EC) en una serie de factores ambientales (viento y temperatura), psicológicos (emotividad), entrenamiento (de fuerza, interválico y en ambientes calurosos), fisiológicos (edad, género, fibras musculares, ventilación y umbral anaeróbico), relacionados con la fatiga y biomecánicos (leg-stiffness, flexibilidad, antropometría, patrón de pisada, calzado y tiempo de contacto). Sin embargo, la influencia de otros factores en la EC es todavía difusa: ambientales (humedad), psicológicos (música y dirección de la atención), entrenamiento (altitud) y biomecánicos (frecuencia y amplitud de zancada). Concretamente en los biomecánicos es posible que las limitaciones tecnológicas para registrar los parámetros espacio-temporales de la carrera hayan sido el origen de estas discrepancias. Recientemente se ha validado una herramienta que permite el registro de estos parámetros mientras se corre en condiciones controladas (tapiz rodante), y podría ser utilizada para esclarecer la relación entre la EC y los parámetros mencionados.

REFERENCIAS

- Arampatzis A, De Monte G, Karamanidis K, Morey-Klasping G, Stafilidis S, Brüggemann (2006). Influence of the muscle-tendon unit's mechanical and morphological properties on running economy. *J Exp Biol*, 209 (Pt 17): 3345-3357
- Bernard T, Vercruyssen S, Grego, F, Hauswirth C, Lepers R, Vallier JM, Brisswalter J (2003). Effect of cycling cadence on subsequent 3 km running performance in well trained triathletes. *Br J Sports Med*, 37, 2: 154-159
- Berryman N, Maurel D, Bosquet L (2010). Effect of plyometric vs weight training on the energy cost of running. *J Strength Cond Res*, 24, 7: 1818-1825
- Burtscher M, Gatterer H, Faulhaber M, Gerstgrasser W, Schenk K (2010). Effects of intermittent hypoxia on running economy. *Int J Sports Med*, 31, 9: 644-650
- Caird SJ, McKenzie AD, Sleivert GG (1999). Biofeedback and relaxation techniques improve running economy in sub-elite long distance runners. *Med Sci Sports Exerc*, 31, 5: 717-722
- Divert C, Mornieux G, Freychat P, Baly L, Mayer F, Belli A (2007). Barefoot-shod running differences: shoe or mass effect? *Int J Sports Med*, 29, 6: 512-518
- Foster C, Lucía A (2007). Running economy: the forgotten factor in elite performance. *Sports Med*, 37, 4-5: 316-319
- Gullstrand L, Nilsson J (2009). A new method for recording the temporal pattern of stride during treadmill running. *Sports Eng*, 11, 4: 195-200

- Hasegawa H, Yamauchi T, Kramer WJ (2007). Foot strike patterns of runners at the 15 km point during an elite —level half marathon. *J Strength Cond Res*, 21, 3: 888-893
- Helgerud J, Storen O, Hoff J (2010). Are there differences in running economy at different velocities for well-trained runners? *Eur J Appl Physiol*, 108, 6: 1099-1105
- Hue O, Le Gallais D, Chollet D, Boussana A, Préfaut C (1998). The influence of prior cycling on biomechanical and cardiorespiratory response profiles during running in triathletes. *Eur J Appl Physiol*, 77, 1-2: 98-105
- Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, D'Andrea S, Davis IS, Mang'Eni RO, Pitsiladis Y (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 463, 7280: 531-535
- McCann DJ, Higginson BK (2008). Training to maximize economy of motion in running gait. *Curr Sports Med Rep*, 7, 3: 158-162
- Midgley AW, McNaughton LR, Jones AM (2007). Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance. *Sports Med*, 37, 10: 857-880
- Morgan DW, Craib M (1992). Physiological aspects of running economy. *Med Sci Sports Exerc*, 24, 4: 456-461
- Morgan D, Martin P, Craib M, Caruso C, Clifton R, Hopewell R (1994). Effect of step length optimization in the aerobic demand of running. *J Appl Physiol*, 77, 1: 245-251
- Morin JB, Samozino P, Zameziati K, Belli, A (2007). Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running. *J Biomech*, 40, 15: 3341-3348
- Nummela A, Keränen T, Mikkelsen LO (2007). Factors related to top running speed and economy. *Int J Sports Med*, 28, 8: 655-661.
- Ogueta-Alday A, Morante JC, Lazo R, Rodríguez-Marroyo JA, Villa JG, García-López J (2011). The validation of a new method that measures contact and flight time during treadmill running. En CD-ROM del *I World Conference of Science and Triathlon* (ISBN 978-84-694-1839-0).
- Saunders PU, Telford RD, Pyne DB, Hahn AG, Gore CJ (2009). Improved running economy and increased hemoglobin mass in elite runners after extended moderate altitude exposure. *J Sci Med Sport*, 12, 1: 67-72
- Saunders PU, Pyne DB, Telford RD, Hawley JA (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Med*, 34, 7: 465-485
- Schneider S, Askew CD, Abel T, Strüder HK (2010). Exercise, music and the brain: Is there a central pattern generator? *J Sports Sci*, 28, 12: 1337-1343
- Schucker L, Hagemann N, Strauss B, Völker K (2009). The effect of attentional focus on running economy. *J Sports Sci*, 27, 12: 1241-1248
- Storen O, Helgerud J, Hoff J (2011). Running stride peak forces inversely determine running economy in elite runners. *J Strength Cond Res*, 25, 1: 117-123
- Svedenhag J (2000). Running Economy. En Bangsbo J, Larsen HB (Coord). *Running & Science in an interdisciplinary Perspective. Munksgaard*. Copenhagen: 85-107
- Vihma T (2010). Effects of weather on the performance of marathon runners. *Int J Biometeorol*, 54, 3: 297-306.