

Article

Competencias de Ultra-Marathon

Beat Knechtle^{1,2} y Pantelis Nikolaidis³¹Gesundheitszentrum St. Gallen, St. Gallen, Switzerland, and²Institute of Primary Care, University of Zurich, Zurich, Switzerland³Department of Physical and Cultural Education, Hellenic Army Academy, Athens, Greece

RESUMEN

Un ultra maratón puede definirse como cualquier evento de running que tenga una duración de más de seis horas y/o un recorrido cuya distancia sea mayor al de la maratón clásica de 42,195 km. Un ultra maratón puede ser realizado como carrera de una sola etapa con límite de distancia o de tiempo, o como una carrera con múltiples etapas. Los ultra maratonistas más largos recorren varios miles de kilómetros y pueden tener una duración de hasta dos meses. Los ultra maratonistas son generalmente hombres casados y con un buen nivel educativo de ~ 45 años de edad. Las mujeres ultra maratonistas representan ~ 20%. Los ultra maratonistas se diferencian de los maratonistas por la antropometría y el entrenamiento. Los ultra maratonistas realizan entrenamientos con más kilómetros de carrera que los maratonistas, pero corren más lentamente durante el entrenamiento que los maratonistas. La experiencia previa es la variable de predicción más importante para lograr un rendimiento exitoso de ultra maratón aparte de las características antropométricas específicas (es decir, bajo índice de masa corporal y baja grasa corporal) y características de entrenamiento (es decir, alto volumen y velocidad durante el entrenamiento de carrera). Las mujeres compiten más lento que los varones en las carreras de ultra-maratón; sin embargo, fueron capaces de reducir la brecha sexual en los últimos años. Los tiempos más rápidos de carrera de ultra maratón se alcanzan generalmente a los 35-45 años en las mujeres y en los varones.

¿Qué es un ultra maratón?

Un ultra maratón puede definirse como cualquier evento deportivo que implique una distancia de carrera más larga que la longitud del maratón tradicional de 42,195 kilómetros [1]. Alternativamente, un ultra maratón también se puede definir como cualquier competencia de carrera que tenga una duración superior a las seis horas, ya que una duración igual o superior a seis horas se cataloga como evento de ultra resistencia. Los ultra maratonistas pueden ser carreras de distancia limitadas en kilómetros o millas o carreras de tiempo limitado en horas o días [1]. Los ultra maratonistas más frecuentemente celebrados como carreras con distancia limitada son carreras de 50 km, 100 km, 50 millas y 100 millas. Sin embargo, también hay carreras de mayor duración que llegan hasta 1000 km y 3100 millas. Las duraciones de las carreras con tiempo limitado mas frecuentes son de 6 horas, 12 horas, 24 horas, 48 horas, 72 horas, 6 días y 10 días.

¿Quiénes son los ultra maratonistas?

Los ultra maratonistas parecen ser un tipo muy específico de atleta. Hoffman y colegas investigaron sistemáticamente las características sociodemográficas de los ultra maratonistas en los últimos años [2, 3]. En una encuesta completada por 489 de 674 corredores que habían competido en dos de los ultra maratonistas mas largos de 161 km realizados en Norte América, los autores observaron que los atletas incluidos tenían una edad media de 44,5 años, eran generalmente varones (80,2%), casados (70,1%), y tenían un nivel de educación de bachillerato (43,6%) o eran graduados (37,2%) [2]. En el Estudio ULTRA, Hoffman y Krishnan [3] entrevistaron a 1345 maratonistas o ex maratonistas. La edad en la primera carrera de ultra-maratón fue de 36 años y habían realizado 7 años de entrenamiento regular en carreras antes de participar en el primer ultra maratón [3]. La edad en el primer ultra maratón no ha cambiado a lo largo de las últimas décadas, pero hay evidencia de que existiría una relación inversa entre la cantidad de años de entrenamiento antes del primer ultra maratón y el año calendario de la carrera [3]. Los ultra maratonistas activos tenían una distancia media de entrenamiento de 3347 km durante el año anterior, algo que tenía una mínima relación con la edad, pero estaba relacionado principalmente con la

ultra maratón más larga corrida en el año [3].

Las mujeres en las carreras de ultra maratón

La proporción de mujeres que compiten en carreras de ultra maratón fue muy baja en las últimas carreras de ultra maratón [4-6]. En carreras de ultra maratón de 161 km realizadas en Estados Unidos, la participación de las mujeres aumentó de ninguna a finales de los años setenta a ~ 20% desde 2004 [4]. En dos de los maratones más exigentes del mundo, las mujeres representaron en promedio un 21,5% en el "Badwater" (217 km) y un ~ 10,8% en el "Spartathlon" (246 km) [5]. En la mayoría de las ultra maratones, el número de mujeres finalistas aumentó en los últimos años [5, 6]. Por ejemplo, en el Maratón Alpino Suizo (78,5 km) celebrado en los Alpes Suizos, la participación femenina aumentó de ~ 10% en 1998 a ~ 16% en 2011 [6]. En el 'Badwater' de 217 km y en el 'Spartathlon' de 246 km se observó un aumento en la participación femenina cuyo porcentaje pasó del 18,4% al 19,1% en 'Badwater' y del 11,9% al 12,5% en el 'Spartathlon' en las últimas décadas [5]. La baja participación femenina podría tener diferentes razones. Una posible explicación podría ser que existiría una motivación diferente entre las mujeres y los varones para el ultra-maratón. Las mujeres ultra maratonistas eran mujeres orientadas a la tarea, motivadas internamente, preocupadas por temas vinculados a la salud y financieramente independientes [7]. Los varones, sin embargo, presentaban una tendencia más bien a competir para vencer a un oponente o para ganar una carrera.

¿Dónde se llevan a cabo los ultra maratones?

Las competencias de ultra-maratón se realizan en todo el mundo [1]. Hay algunas competencias muy conocidas, como la "Badwater" de 217 km que se celebró en los Estados Unidos de América, el Spartathlon de 246 km celebrado en Grecia y el "Marathon des Sables" de 230 km celebrado en Marruecos, sólo para nombrar algunas de las competencias más famosas. Algunas de estas carreras se realizan en condiciones extremas de calor, tal como ocurre en el Maratón de las Sables, que se celebra en el desierto de Marruecos [8]. Un problema de las carreras que se realizan en condiciones de calor, es el hecho de que el rendimiento se verá afectado [9, 10], por lo tanto, se recomienda realizar aclimatación al calor para ayudar a prevenir los golpes de calor durante el ejercicio y optimizar el rendimiento [11].

¿De dónde provienen los ultra maratonistas?

Se sabe que los atletas provenientes de Kenia o Etiopía predominan en las carreras de maratón en todo el mundo desde hace décadas [12, 13]. Sin embargo, en las carreras ultra-maratón en marcha, hay atletas de otras regiones diferentes a África oriental que se destacan tanto por su participación como por su rendimiento. Por ejemplo, en los ultra maratones de 100 km que se realizaron entre 1998 y 2011, la mayoría de los finalistas procedían de Europa, especialmente de Francia [14]. La cantidad de participantes de otros países como Japón, Alemania, Italia, Polonia y Estados Unidos de América aumentó exponencialmente [14]. Entre las mujeres, las corredoras de Canadá se volvieron más lentas mientras que las corredoras de Italia se volvieron más rápidas [14]. Entre los varones, los corredores de Bélgica, Canadá y Japón se volvieron más lentos [14]. A pesar de que la mayoría de los ultra maratonistas de 100 km provenían de países europeos, los diez tiempos de carrera más rápidos de 100 km fueron logrados por corredores japoneses tanto en mujeres como en varones con ~ 7: 37 h: min y ~ 6: 33 h: min, respectivamente [14].

En los ultra maratones de más de 100 km de distancia, los atletas de otros países se destacaron tanto en la participación como en el rendimiento [8, 15]. Los ultra maratonistas que compitieron en el conocido "Badwater" y en "Spartathlon" provenían de diferentes regiones [15]. En el "Badwater" celebrado en los Estados Unidos de América, la mayoría de los finalistas fueron atletas de los Estados Unidos de América, Alemania y Gran Bretaña. Pero en el "Spartathlon" celebrado en Grecia, el mayor número de posiciones finales fueron ocupadas por atletas procedentes de Japón, Alemania y Francia. Con respecto al rendimiento deportivo, se destacaron atletas de otros países. En el "Badwater", las mujeres de los Estados Unidos fueron las más rápidas, seguidas por las mujeres de Canadá. Entre los varones, los competidores de Estados Unidos, México y Canadá fueron los más rápidos. En el "Spartathlon", las mujeres más rápidas fueron las provenientes de Japón, Alemania y Estados Unidos. Entre los varones, los varones finalistas más rápidos fueron los corredores de Grecia, Japón y Alemania [15].

En el ultra-maratón "Marathon des Sables" de múltiples etapas de 230 kilómetros que se celebró en el desierto marroquí, los atletas locales fueron los más destacados. Entre los varones, los marroquíes ganaron nueve de diez competiciones, y una edición fue ganada por un atleta jordano. Sin embargo, en las mujeres, las europeas ganaron ocho carreras (Francia cinco, Luxemburgo dos y España una, respectivamente), y dos corredoras marroquíes ganaron dos eventos [8]. Los estudios mencionados muestran una variación en las nacionalidades que se destacan en este deporte, sin embargo, se observó una pequeña ventaja de los atletas que corren en su propio país, posiblemente debido a una mejor aclimatación a las condiciones ambientales locales.

¿Cuál es la diferencia entre ultra maratonistas y maratonistas?

Varios estudios han comparado ultra maratonistas recreativos con maratonistas recreativos con respecto a las

características antropométricas [16, 17] y de entrenamiento [16-19]. Los corredores ultra comienzan finalizando un maratón antes de participar en el primer ultra maratón. En los ultra maratonistas, el número de maratones finalizados previamente es significativamente mayor que el número de maratones completados por los maratonistas. Sin embargo, en los maratonistas recreativos el mejor tiempo personal de maratón es más rápido que el de los ultra maratonistas. Los ultra maratonistas exitosos tienen unos ocho años de experiencia en carreras ultra. Los ultra maratonistas han acumulado mayor cantidad de kilómetros de carrera en entrenamiento que los maratonistas, pero durante el entrenamiento corren más lento que los maratonistas [18, 19].

Los ultra maratonistas presentan diferencias en las características antropométricas (por ejemplo, grosor de pliegues cutáneos, circunferencia de las extremidades) en comparación con los maratonistas. En comparación con los ultra maratonistas de 100 km [16], los maratonistas tenían una circunferencia de pantorrillas significativamente inferior y pliegues cutáneos significativamente más delgados en pectoral, axila, sitios supra iliaco. Cuando se realizó una comparación entre los ultra maratonistas de 24 horas y los maratonistas [17], los ultra maratonistas tenían mayor edad, tenían una menor circunferencia tanto en la parte superior del brazo como en el muslo, y un menor espesor de los pliegues cutáneos pectorales, axilar y supra iliaco que los maratonistas.

Además los ultra maratonistas tienen diferencias en el entrenamiento con los maratonistas. Los ultra maratonistas aplican un alto volumen durante el entrenamiento [16, 19] mientras que los maratonistas implementan una mayor velocidad de carrera durante el entrenamiento [16]. Cuando los ultra maratonistas de 100 km fueron comparados con los maratonistas [16], los maratonistas completaron menos horas y menos kilómetros durante una semana de entrenamiento, pero corrían más rápido durante el entrenamiento que los ultra maratonistas. Al comparar ultra maratonistas de 24 horas con maratonistas, los ultra maratonistas cumplieron una mayor cantidad de horas de carrera semanalmente y recorrieron más kilómetros durante el entrenamiento, pero corrieron más lento que los maratonistas [17]. Los ultra maratonistas presentaron una mayor tolerancia al dolor que los sujetos del grupo control [20], lo que podría permitir que los corredores ultra tengan una mayor resistencia que otros sujetos en diferentes circunstancias.

Variables de predicción para un rendimiento en carreras de ultra maratón exitoso.

Numerosos estudios han intentado encontrar las variables de predicción más importantes para alcanzar un resultado exitoso en competencias de ultra maratón. Entre estas variables, las más importantes fueron la edad [16, 21], características antropométricas como la grasa corporal [16, 19], el índice de masa corporal [22] y la circunferencia de las extremidades [23], características de entrenamiento tales como velocidad de carrera [16, 19, 21] y el volumen de entrenamiento [16, 19, 21] y la experiencia previa [24, 25].

En cuanto a las características antropométricas, el grosor de los pliegues cutáneos de las piernas, que era un parámetro altamente predictivo en los corredores de pista de corta distancia [26], sólo fue predictivo del rendimiento en carreras de ultra maratón en los análisis bivariados pero no en los análisis multivariados [24, 27].

En los ultra maratonistas, el índice de masa corporal y la adiposidad corporal parecen ser las características antropométricas más importantes [22, 28]. En los ultra maratonistas de 161 km, valores más bajos de índice de masa corporal se asociaron con tiempo de carrera más rápidos [22].

La grasa corporal es también una importante variable de predicción antropométrica. En los ultra maratonistas de 161 km, los varones más rápidos tuvieron un menor porcentaje de grasa corporal que los más lentos, y los finalistas tenían un porcentaje de grasa corporal inferior al de los no finalistas [28].

Cuando se compararon diferentes características antropométricas y de entrenamiento tales como la masa de músculo esquelético, la adiposidad corporal, los kilómetros de carrera y la velocidad de carrera, la grasa corporal y las características de entrenamiento se asociaron con los tiempos de carrera en ultra maratón [19]. En los ultra-maratonistas de 100 km, los kilómetros de carrera semanales y la velocidad media de carrera durante el entrenamiento se relacionaron de manera negativa con el tiempo de carrera mientras que la suma de pliegues cutáneos lo hizo de manera positiva [25]. Aparte de las características antropométricas y de entrenamiento, la edad también podría ser una importante variable de predicción del rendimiento en ultra maratón. En ultra-maratonistas de 100 km, la edad, masa corporal y el porcentaje de grasa corporal se relacionaron positivamente y los kilómetros semanales de carrera se relacionaron negativamente con el tiempo de carrera en ultra maratón [16].

Sin embargo, la experiencia previa sería la variable de predicción más importante para el rendimiento en ultra maratón [22, 24, 29]. La mejor marca personal en maratón fue un fuerte predictor en ultra maratonistas de montaña [22]. En ultra maratonistas de 24 horas, la antropometría y el volumen de entrenamiento no tuvieron un efecto importante en el tiempo de carrera de ultra-maratón, pero la marca personal de tiempo más rápida en maratón presentó la única asociación significativa con el tiempo en ultra-maratón [24]. Para alcanzar un máximo de kilómetros en un ultra maratón de 24 horas, los corredores ultra deben tener un mejor tiempo personal en maratón de ~ 3: 20 h: min y deben completar una larga carrera de entrenamiento de ~ 60 km antes del inicio del ultra maratón, mientras que las características antropométricas como tener una baja adiposidad corporal o pliegues cutáneos delgados no presentaron ninguna asociación con el

rendimiento en ultra-maratón de [29].

Diferencias entre los sexos en el rendimiento en ultra-maratón

Las mujeres compiten más despacio que los varones en ultra maratón [6, 30, 31]. Coast et al. [31] compararon los mejores rendimientos mundiales en distancias de carrera de 100 m a 200 km. Las velocidades de carrera fueron diferentes entre las mujeres y los varones, y los varones fueron ~ 12,4% más rápidos que las mujeres. Se observó una pendiente significativa en la diferencia de velocidad en función de las distancias donde las distancias más largas se asociaron con mayores diferencias entre los sexos [31]. En los ultra maratones de 24 horas celebrados entre 1977 y 2012, las diferencias entre los sexos fueron del 5% para todas las mujeres y varones, del 13% para los finalistas anuales más rápidos, del 13% para los diez primeros y del 12% para los mejores 100 finalistas [30]. Estas observaciones indican una variación en las diferencias entre los sexos en función del nivel de rendimiento, es decir, cuanto más alto es el nivel, mayores son las diferencias entre los sexos.

Sin embargo, en los últimos años, las mujeres han sido capaces de reducir la brecha con los varones [6, 30, 32]. En los ultra maratones de 24 horas, los ultra maratonistas femeninos y masculinos mejoraron el rendimiento a lo largo de los años [6, 32]. Las diferencias sexuales disminuyeron a ~ 17% en el caso del más rápido del año, ~ 11% para los diez finalistas anuales más rápidos y ~ 14% para los 100 más rápidos anuales [30]. En ultra-maratones de 100 millas, las mujeres y los varones más rápidos mejoraron sus tiempos de carrera ~ 14% entre 1998 y 2011 [32]. La mejora relativa del rendimiento las mujeres a lo largo de los años podría atribuirse al mayor número de mujeres que participan en deportes gracias a las mejoras de su estatus socioeconómico.

Edad del mejor rendimiento en ultra-maratón

En los últimos años, se ha investigado intensamente la edad del máximo rendimiento en ultra maratón y la posible variación en la edad de máximo rendimiento [5, 6, 30, 32, 33-36]. El mejor rendimiento de carrera ultra-maratón se logra a una edad superior en comparación con el mejor rendimiento en maratón. Los maratonistas varones y mujeres más rápidos alcanzan sus mejores tiempos de carrera a los ~ 29,8 y ~ 28,9 años, respectivamente [37]. En los ultra-maratonistas de 100 km, los tiempos de carrera más rápidos se observaron entre los 30 y 49 años en los varones y entre los 30 a 54 años en las mujeres [34]. En los ultra-maratonistas de 161 km, los tiempos más rápidos fueron alcanzados por los atletas clasificados en el grupo de edad de 30-39 años en el caso de los varones y de 40-49 en el caso de las mujeres [38].

Las mujeres lograron el mejor desempeño en ultra maratón a la misma edad que los varones [30, 32]. Para los ultra maratonistas de 100 km que compitieron entre 1960 y 2012, la edad de los finalistas mujeres y varones más rápidos se mantuvo sin cambios en ~ 35 años [33]. En ultra maratonistas de 24 horas, los mejores resultados fueron alcanzados aprox. a los 40-42 años [35]. En algunos casos, la edad de los finalistas más rápidos se ha incrementado a través de los años [6], en otras instancias, se mantuvo sin cambios [30, 32] o incluso disminuyó [5]. En los ultra maratonistas de 24 horas masculinos más rápidos del año que compitieron entre 1994 y 2012, la edad en que se logró la velocidad de carrera máxima aumentó de 23 a 53 años [30].

Habría una tendencia que los finalistas más rápidos sean mayores en las ultra maratones de muy larga distancia [30, 32]. Entre los ultra maratonistas de 100 millas, la edad media de los primeros diez corredores fue ~ 39 años para las mujeres y ~ 37 años para los varones [32]. En ultra-maratonistas de 24 horas, las edades donde se observó la velocidad pico de carrera se mantuvo en ~ 41 y ~ 44 años entre los diez varones y los 100 varones más rápidos del año, respectivamente. En el caso de las mujeres, las edades de la mujer más rápida del año, de las diez mujeres más rápidas del año y de las 100 más rápidas del año se mantuvo sin cambios en ~ 43 años, respectivamente [30]. En "Badwater" y "Spartathlon", dos de los ultra maratones más duros del mundo, los tiempos más rápidos de carrera fueron alcanzados por los atletas de edades de ~ 40-42 años.

Ultra maratonistas master

El número de ultra maratonistas de categoría máster aumentó y su rendimiento mejoró en los últimos años [39, 40]. En el "Swiss Alpine Marathon" de 78 km, el número de mujeres mayores de 30 años y de varones mayores de 40 años aumentó y el rendimiento aumentó en mujeres de 40 a 44 años de edad [40]. En el "Marathon des Sables" de 230 km, el número de corredores finalistas mayores de 40 años se incrementó en ambos sexos y los varones de 35 a 44 años mejoraron su velocidad [39]. Una posible explicación para una edad tan alta de los ultra maratonistas podría ser el hecho que la edad mediana/media en el primer ultra maratón fue 36 años en el estudio de Hoffman y Krishnan [3] quienes realizaron un estudio con 1345 ultra maratonistas y ex ultramaratonistas.

REFERENCIAS

1. Ultramarathon running. (<http://www.ultramarathonrunning.com/>). -
2. Hoffman M.D., Fogard K. (2012). Demographic characteristics of 161-km ultramarathon runners. *Res. Sports Med.*;20(1):59-69.
3. Hoffman M.D., Krishnan E. (2013). Exercise behavior of ultramarathon runners: baseline findings from the ULTRA study. *J. Strength Cond. Res.*27(11):2939-45.
4. 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.
5. Fonseca-Engelhardt K., Knechtle B., Rüst C.A., Knechtle P., Lepers R., Rosemann T. (2013). Participation and performance trends in ultra-endurance running races under extreme conditions - 'Spartathlon' versus 'Badwater'. *Extrem. Physiol. Med.*2:15.
6. Eichenberger E., Knechtle B., Rüst C.A., Rosemann T. Lepers R. (2012). Age and sex interactions in mountain ultra-marathon running - the Swiss Al-pine Marathon. *Open Access J. Sports Med.*3:73-80.
7. Krouse R.Z., Ransdell L.B., Lucas S.M., Pritchard M.E. (2011). Motivation, goal orientation, coaching, and training habits of women ultrarunners. *J. Strength Cond. Res.*;25:2835-2842.
8. Knöth C., Knechtle B., Rüst C.A., Rosemann T., Lepers R. (2012). Participation and performance trends in multistage ultramarathons-the 'Marathon des Sables' 2003-2012. *Extrem. Physiol. Med.*1:13.
9. Parise C.A., Hoffman M.D. (2011). Influence of temperature and performance level on pacing a 161 km trail ultramarathon. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*6:243-251.
10. Wegelin J.A., Hoffman M.D. (2011). Variables associated with odds of finishing and finish time in a 161-km ultramarathon. *Eur. J. Appl. Physiol.*111:145-153.
11. Costa R.J., Teixeira A., Rama L., Swancott A.J., Hardy L.D., Lee B., Camões-Costa V., Gill S., Waterman J.P., Freeth E.C., Barrett E., Hankey J., Marczak S., Valero-Burgos E., Scheer V., Murray A., Thake C.D. (2013). Water and sodium intake habits and status of ultra-endurance runners during a multi-stage ultra-marathon conducted in a hot ambient environment: an observational field based study. *Nutr. J.*12:13.
12. Larsen H.B. (2003). Kenyan dominance in distance running. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.*136:161-170.
13. Wilber R.L., Pitsiladis Y.P. (2012). Kenyan and Ethiopian distance runners: what makes them so good? *Int. J. Sports Physiol. Perform.*7:92-102.
14. Cejka N., Rüst C.A., Lepers R., Onywera V., Rosemann T., Knechtle B. (2014). Participation and performance trends in 100-km ultra-marathons worldwide. *J. Sports Sci.*;32:354-366.
15. Knechtle B., Rüst C.A., Rosemann T. (2013). The aspect of nationality in participation and performance in ultra-marathon running - a comparison between 'Badwater' and 'Spartathlon'. *OA Sports Medicine.*1:1.
16. Rüst C.A., Knechtle B., Knechtle P., Rosemann T. (2012). Similarities and differences in anthropometry and training between recreational male 100-km ultra-marathoners and marathoners. *J Sports Sci.* 2012;30:1249-1257.
17. Rüst CA, Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T. (2012). Comparison of anthropometric and training characteristics between recreational male marathoners and 24-hour ultramarathoners. *Open Access J. Sports Med.*3:121-129.
18. Knechtle B. (2012). Ultramarathon runners: nature or nurture? *Int. J. Sports Physiol. Perform.*;7:310-312.
19. Knechtle B., Rüst C.A., Knechtle P., Rosemann T. (2012). Does muscle mass affect running times in male long-distance master runners? *Asian J. Sports Med.*3:247-256.
20. Freund W., Weber F., Billich C., Birklein F., Breimhorst M., Schuetz U.H. (2013). Ultra-marathon runners are different: investigations into pain tolerance and personality traits of participants of the TransEurope FootRace 2009. *Pain Pract.* 13:524-532.
21. Knechtle B., Knechtle P., Rosemann T., Lepers R. (2010). Predictor variables for a 100-km race time in male ultra-marathoners. *Percept Mot Skills.*111:681-693.
22. Hoffman M.D. (2008). Anthropometric characteristics of ultramarathoners. *Int. J. Sports Med.*;29:808-811.
23. Knechtle B., Knechtle P., Schulze I., Kohler G. (2008). Upper arm circumference is associated with race performance in ultra-endurance runners. *Br. J. Sports Med.* 42:295-299.
24. Knechtle B., Wirth A., Knechtle P., Zimmermann K., Kohler G. (2009). Personal best marathon performance is associated with performance in a 24-h run and not anthropometry or training volume. *Br. J. Sports Med.* 43:836-839.
25. Knechtle B., Knechtle P., Rosemann T., Senn O. (2011). What is associated with race performance in male 100-km ultra-marathoners--anthropometry, training or marathon best time? *J. Sports Sci.*29:571-577.
26. Arrese A.L., Ostáriz E.S. (2006). Skinfold thicknesses associated with distance running performance in highly trained runners. *J. Sports Sci.*24:69-76.
27. Knechtle B., Knechtle P., Rüst CA, Rosemann T. (2011). Leg skinfold thicknesses and race performance in male 24-hour ultramarathoners. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2011;24:110-114.
28. Hoffman M.D., Lebus D.K., Ganong A.C., Casazza G.A., Van Loan M. (2010). Body composition of 161-km ultramarathoners. *Int. J. Sports Med.* 31:106-109.
29. Knechtle B., Knechtle P., Rosemann T., Lepers R. (2011). Personal best marathon time and longest training run, not anthropometry, predict performance in recreational 24-hour ultrarunners. *J. Strength Cond. Res.*25:2212-2218.
30. Peter L., Rüst C.A., Knechtle B., Rosemann T., Lepers R. (2014). Sex differences in 24-hour ultra-marathon performance - A retrospective data analysis from 1977 to 2012. *Clinics (Sao Paulo).*69:38-46.
31. Coast J.R., Blevins J.S., Wilson B.A. (2004). Do gender differences in running performance disappear with distance? *Can. J. Appl. Physiol.*29:139-145.
32. Rüst C.A., Knechtle B., Rosemann T., Lepers R. (2013). Analysis of performance and age of the fastest 100-mile ultra-marathoners worldwide. *Clinics (Sao Paulo).* 68:605-611.

33. Cejka N., Knechtle B., Rüst C.A., Rosemann T., Lepers R. (2015). Performance and age of the fastest female and male 100-km ultra-marathoners worldwide from 1960 to 2012. *J. Strength Cond. Res.*29:1180-1190.
34. Knechtle B., Rüst C.A., Rosemann T., Lepers R. (2012). Age-related changes in 100-km ultra-marathon running performance. *Age (Dordr)*. 34:1033-1045.
35. Zingg M., Rüst C.A., Lepers R., Rosemann T., Knechtle B. (2013). Master runners dominate 24-h ultramarathons worldwide-a retrospective data analysis from 1998 to 2011. *Extrem. Physiol. Med.* 2:21.
36. Zingg M.A., Knechtle B., Rüst C.A., Rosemann T., Lepers R. (2013). Analysis of participation and performance in athletes by age group in ultra-marathons of more than 200 km in length. *Int. J. Gen. Med.*6:209-220.
37. Hunter S.K., Stevens A.A., Magennis K., Skelton K.W., Fauth M. (2011). Is there a sex difference in the age of elite marathon runners? *Med. Sci. Sports Exerc.*43:656-664.
38. Hoffman M.D. (2010). Performance trends in 161-km ultramarathons. *Int. J. Sports Med.* 31:31-37.
39. Jampen S.C., Knechtle B., Rüst C.A., Lepers R., Rosemann T. (2013). Increase in finishers and improvement of performance of masters runners in the Marathon des Sables. *Int. J. Gen. Med.*6:427-438.
40. Rüst C.A., Knechtle B., Eichenberger E., Rosemann T., Lepers R. (2013). Finisher and performance trends in female and male mountain ultra-marathoners by age group. *Int J Gen Med.*6:707-718.

Cita Original

Beat Knechtle and Pantelis Nikolaidis. (2015), Ultra-marathon running. Dansk Sportsmedicin. Nr. 4, 19. årg., November 2015