



ARTIGO ORIGINAL

Tempo de provas curtas e volume de treinamento como preditores do desempenho de maratona



Onécimo Ubiratã Medina Melo^a, Rodrigo Torma Bernardo^a, Edson Soares da Silva^a, Karen Przybysz da Silva Rosa^a, Renan dos Santos Coimbra^a e Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga^{b,c,*}

^a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Laboratório de Pesquisa do Exercício, Porto Alegre, RS, Brasil

^b Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Departamento de Educação Física, Porto Alegre, RS, Brasil

^c Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programas de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano e Ciências Pneumológicas, Porto Alegre, RS, Brasil

Recebido em 6 de julho de 2016; aceito em 19 de junho de 2017
Disponível na Internet em 31 de outubro de 2017

PALAVRAS-CHAVE

Corrida de distância;
Maratona;
Desempenho;
Cargas
de treinamento

KEYWORDS

Distance running;
Marathon;
Performance;
Training loads

Resumo Além das determinantes fisiológicas, o desempenho em maratonas é influenciado por características antropométricas, de treinamento e de experiência dos atletas. O objetivo do estudo foi investigar a associação desses fatores com o desempenho de maratonistas brasileiros. Um questionário foi aplicado nos dois dias anteriores à Maratona Internacional de Porto Alegre. Dentre os achados, os atletas de menor índice de massa corporal foram mais rápidos e o desempenho em provas de 5 e 21 km apresentou correlações altas com o desempenho ($r = 0,76$ e $r = 0,81$, $p < 0,01$). Isso sugere que corredores mais rápidos na maratona são mais rápidos em provas de distâncias menores. Além disso, índices como experiência anterior e distância dos treinos longos não foram bons preditores do desempenho para maratona.

© 2017 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Short-time race time and training volume as predictors of Marathon performance

Abstract Not only physiological variables, but anthropometric, training and experience characteristics influence marathon performance. The aim of this study was to investigate the correlation of those factors on Brazilian marathoners performance. A questionnaire was applied in the two days prior to the International Porto Alegre Marathon. Mainly, athletes with lower body mass index were faster on the race, and performance at 5 km and 21 km have high

* Autor para correspondência.

E-mail: leonardo.tartaruga@ufrgs.br (L.A. Peyré-Tartaruga).

PALABRAS CLAVE

Carrera de distancia;
Maratón;
Rendimiento;
Cargas
de entrenamiento

correlations with marathon performance ($r=0.76$ and $r=0.81$, $p<0.01$), suggesting that the fastest runners in the marathon are faster over shorter distances. In addition, indices like previous experience and long session distances were not good performance predictors for marathoners. © 2017 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Tiempo de pruebas cortas y volumen de entrenamiento como predictores del rendimiento de Maratón

Resumen Además de los determinantes fisiológicos, el rendimiento en maratones está influenciado por las características antropométricas, el entrenamiento y la experiencia de los atletas. El objetivo del estudio fue investigar la asociación de estos factores con el rendimiento de los corredores de maratón brasileños. Se aplicó un cuestionario en los dos días antes de la Maratón Internacional de Porto Alegre. Entre los hallazgos, los atletas con menor índice de masa corporal fueron más rápidos, y el rendimiento en las pruebas de 5 y 21 km están altamente correlacionados con el rendimiento ($r = 0,76$ y $r = 0,81$, $p < 0,01$), lo que sugiere que los corredores más rápidos en la maratón son más rápidos en pruebas de distancias más cortas. Además, los índices tales como la experiencia previa y la distancia de entrenamientos largos no fueron buenos indicadores de rendimiento para la maratón.

© 2017 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Nas últimas décadas a participação em maratonas tem aumentado exponencialmente, com centenas de maratonas em todo o mundo, que atraem mais de 40.000 participantes (Trappe, 2007). Desde 1983 ocorre na cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul, Brasil) a Maratona Internacional de Porto Alegre (MIPA), prova oficial reconhecida pela Confederação Brasileira de Atletismo e recomendada para alcançar bom desempenho no Brasil devido aos poucos aclives e declives no percurso, à temperatura local (média de 14° à época da prova) e por seguir todos os padrões da AIMS (*Association of International Marathons and Distance Races*).

Embora exista um conjunto de conhecimentos acerca dos principais fatores fisiológicos determinantes de desempenho na corrida de longa distância (Consumo Máximo de Oxigênio - VO_2 máx, Economia de Corrida e o Limiar Anaeróbio; Coyle, 1995), cresce o número de estudos que procuram validar testes de campo para a determinação desses preditores do desempenho de corredores (Dolgener et al., 1994; Knechtle et al., 2010; Tanda e Knechtle, 2013; Dellagrana et al., 2014). Além disso, há especial interesse na identificação de parâmetros que podem influenciar essas determinantes (Tanda e Knechtle, 2015), como características antropométricas, do treinamento ou de experiência e suas associações com o desempenho (Tanda e Knechtle, 2013).

Dentre os fatores antropométricos, o percentual de gordura é o principal fator influenciador (Tanda e Knechtle, 2015), enquanto o Índice de Massa Corporal (IMC) apresenta baixa correlação com o desempenho de maratonistas (Zillmann et al., 2013). Fatores ambientais como inclinações do terreno (Lazzer et al., 2015), temperatura (Trubee et al., 2014), umidade (Ely et al., 2007), bem como características

de treinamento, como distância média semanal de treino e velocidade de treino (Tanda & Knechtle 2015), influenciam o ritmo de prova.

Apesar de longas distâncias alcançadas por sessão de treino serem um bom indicador para completar uma maratona com sucesso (Yeung et al., 2001), estudos indicam que o desempenho em maratona tem correlação negativa com o total de dias de treino, volume semanal médio por treino e volume total semanal (Hagan et al., 1981). Compreender quais características de treinamento e do atleta apresentam relação com o desempenho é de fundamental importância para atletas e treinadores. Assim, o objetivo do presente estudo foi identificar quais variáveis de treinamento, antropometria e experiência em provas prévias se associam com desempenho (Tempo Total de Prova - TD) dos atletas brasileiros concluintes da MIPA.

Material e métodos

Foi aplicado um método de amostragem não probabilístico, do tipo intencional, de forma que seis avaliadores treinados distribuíram-se nos dois dias anteriores (12 e 13 de junho de 2015) à prova da MIPA e abordaram o maior número possível de atletas durante a retirada do material de prova. Os sujeitos que se identificassem como atletas inscritos eram convidados a participar da pesquisa e, no caso do aceite, assinavam um termo de consentimento livre e esclarecido e respondiam o questionário.

Baseados no estudo de Zillmann et al., 2013 e Tanda (2011), foi elaborado um questionário (documento suplementar 1) composto de 18 perguntas divididas em dados antropométricos (idade, estatura e massa corporal),

Tabela 1 Valores médios e desvios-padrão de caracterização da amostra e comparação entre grupos

Variáveis	GR (33)	GM (35)	GL (34)	F	Sig
Idade (anos)	40,3 ± 6,6 ^b	42,6 ± 10,3	46,0 ± 10,1 ^b	2,908	0,059
Massa (kg)	68,0 ± 8,9 ^{ab}	74,1 ± 8,0 ^a	75,4 ± 8,0 ^b	7,012	0,001
Altura (m)	174,4 ± 7,1	176,6 ± 6,6	175,0 ± 7,3	0,697	0,501
IMC (kg/m ²)	22,3 ± 1,6 ^{ab}	23,8 ± 2,1 ^a	24,5 ± 2,6 ^b	8,875	0,000

GR, Grupo Rápido; GM, Grupo Moderado; GL, Grupo Lento. Letras "a" representam diferenças entre GR e GM e letras "b" diferenças entre GR e GL, $p \leq 0,05$.

características de treinamento (tempo de prática, número de dias de treino por semana, volume semanal médio, maior volume semanal, maior treino longo feito para a maratona, número de treinos longos maiores do que 30 km e tempo de prática de musculação) e experiência em provas prévias (melhor desempenho em provas de 5 km, 10 km, meia maratona e maratona, número de maratonas feitas e número de provas da MIPA feitas).

A prova da 32ª Maratona Internacional de Porto Alegre ocorreu em 14 de junho de 2015, com largada às 7 h. A temperatura média foi de 15 °C, com umidade relativa do ar de 100% e velocidade média do vento de 6 km/h. Dos participantes, 96,8% (1.567 dos 1.618) completaram a prova entre 158 e 317 minutos. O tempo foi controlado por chip eletrônico, foi usado para análise o tempo líquido. Os resultados parciais e finais, como tempo e colocação, foram obtidos do site do Clube de Corredores de Porto Alegre (Corpa). Os grupos foram divididos conforme a ordem de chegada em: Grupo Rápido (GR) da 1ª à 33ª posição, Grupo Moderado (GM) da 34ª à 68ª posição e Grupo Lento (GL) da 69ª à 102ª posição.

Análise estatística

A normalidade e homogeneidade dos dados foram verificadas respectivamente por testes de Shapiro-Wilk e Levene. Uma análise de variância de um caminho (Anova *one-way*), seguida de teste de Tukey, foi aplicada para a identificação das diferenças entre os grupos GR, GM e GL. Foi calculado o coeficiente da variação de desempenho ($CV\% = 100 \times SD/média$) baseado no tempo de prova. Para analisar as correlações entre o desempenho e os índices de treinamento dos maratonistas, foi usado o teste de correlação de Spearman considerando-se correlação baixa os valores entre 0,2 e 0,39; moderada entre 0,4 e 0,69; alta entre 0,7 e 0,89; e muito alta entre 0,9 e 1. O nível de significância usado foi de $\alpha \leq 0,05$ e todas as análises foram feitas no *software* SPSS versão 20.0 (IBM, Chicago, EUA).

Resultados

Foram preenchidos 113 questionários e desses foram descartados aqueles em que os corredores não completaram a prova. Dessa forma, 102 questionários de atletas do sexo masculino provenientes de 15 estados da federação foram analisados.

Os resultados principais são que os tempos de prova mais curtos e o volume de treinamento (semanal e o maior volume semanal) foram os melhores preditores de desempenho da maratona neste estudo.

Os dados de idade, massa, estatura e índice de massa corporal (IMC) estão apresentados na [tabela 1](#). Não houve diferença entre a estatura dos participantes dos diferentes grupos. O GR apresentou média de idade menor do que o GL ($p < 0,05$), além de massa e IMC menores do que o GM e GL ($p < 0,05$).

Os valores médios e desvios-padrão, bem como as comparações entre grupos de desempenho (GR, GM e GL), são apresentados na [tabela 2](#).

As correlações entre desempenho de maratona e variáveis antropométricas e índices de treinamento são apresentadas na [tabela 3](#).

Discussão

Em relação ao desempenho em provas mais curtas do que a maratona (D5 km, D10 km, D21,1 km), os três grupos estudados apresentaram diferenças, nas distâncias de 5 km e 21,1 km, fator que indica uma maior integração entre os principais aspectos determinantes do desempenho da corrida (VO2máx, Economia de Corrida e Limiar Anaeróbio) de longa distância. Na distância de 10 km houve diferença entre os grupos GR e GM. Segundo [Noakes et al. \(1990\)](#), os corredores mais rápidos na maratona também são mais rápidos em distâncias curtas e os melhores preditores de tempo de desempenho para as distâncias longas seriam o tempo de prova das distâncias de 10 km e 21,1 km. Nossos resultados mostraram uma correlação alta ($r = 0,762$; $p < 0,01$) para os 5 km e 21,1 km ($r = 0,812$; $p < 0,01$) e moderada para os 10 km ($r = 0,604$; $p < 0,01$) entre 96 dos 102 corredores, o que poderia ser atribuído à maior média dos tempos dos nossos maratonistas (94 minutos) em comparação com o estudo citado (77 minutos) ([Noakes et al., 1990](#)).

[Tanda e Knechtle \(2013\)](#) demonstraram que a intensidade do treino é o fator mais importante que influencia o desempenho na maratona, seguido por percentual de gordura e distância média semanal. Em nosso estudo o maior volume semanal e volume semanal apresentaram correlação moderada com todos os atletas ($r = -0,47$ e $r = -0,56$) e com os grupos GR ($r = -0,53$ e $r = -0,46$) e GM ($r = -0,43$ e $r = -0,44$). Isso indica esses como principais fatores para o desempenho dentre as características de treinamento avaliadas.

[Hagan et al., 1981, 1987](#) observaram que o IMC foi melhor indicador em corredores experientes para o desempenho de prova em mulheres em comparação com homens. O IMC ideal para maior velocidade em provas de maratona, segundo [Marc et al., 2014](#), é de 19,8 kg.m⁻². Em nosso estudo, o valor mais próximo do ideal foi do GR, com IMC de 22,3 kg.m⁻², os demais grupos apresentaram significativamente

Tabela 2 Valores médios e desvio-padrão de desempenho e índices de treinamento dos maratonistas

Variáveis	GR (33)	GM (35)	GL (34)	F	Sig.
Nº maratonas anteriores	9,7 ± 11,5	6,7 ± 7,4	10,1 ± 15,2	0,641	0,530
Nº maratonas em Porto Alegre	2,8 ± 5,0	2,8 ± 5,0	1,6 ± 2,7	0,921	0,402
Nº de treinos semanais	5,0 ± 1,2 ^b	4,6 ± 1,2 ^c	3,7 ± 1,1 ^{bc}	9,337	0,000
Volume semanal (km)	77,5 ± 34,1 ^b	63,1 ± 22,4 ^c	45,9 ± 20,5 ^{bc}	12,164	0,000
Maior volume semanal (km)	99,1 ± 42,7 ^{ab}	80,0 ± 24,8 ^a	66,0 ± 23,9 ^b	9,290	0,000
Distância maior longo (km)	35,8 ± 4,3 ^b	33,1 ± 5,2	31,5 ± 5,9 ^b	5,800	0,004
Nº de longos ≥ 30km	4,8 ± 2,6	3,7 ± 3,1	1,9 ± 1,8	10,299	0,000
D5 km (minutos)	17,9 ± 1,7 ^{ab}	20,6 ± 1,9 ^{ac}	22,6 ± 2,7 ^{bc}	25,511	0,000
D10 km (minutos)	33,8 ± 11,9 ^a	42,7 ± 3,3 ^a	42,7 ± 3,3 ^a	3,5411	0,033
D21,1 km (minutos)	83,2 ± 7,3 ^{ab}	97,2 ± 8,9 ^{ac}	110,4 ± 18,1 ^{bc}	39,331	0,000
D42,2 km (minutos)	148,2 ± 75,7	180,1 ± 88,6	146,8 ± 116,7	1,270	0,286
Tempo de prática de corrida (anos)	12,31 ± 9,5	9,7 ± 7,7	11,0 ± 9,5	0,724	0,487
Tempo de musculação (anos)	6,6 ± 6,2	6,9 ± 7,3	5,8 ± 5,1	0,217	0,805
Estreantes	8	8	12		
CV (%)	7,78	5,42	7,70		
Resultado final (minutos)	187,6 ± 14,6 ^{ab}	223,2 ± 12,1 ^{ac}	267,5 ± 20,6 ^{bc}	0,0204	0,000
1ª meia (minutos)	90,6 ± 6,9 ^{ab}	107,3 ± 6,0 ^{ac}	123,1 ± 9,9 ^{bc}	145,1	145,1
2ª meia (minutos)	97,3 ± 10,0 ^{ab}	115,7 ± 9,3 ^{ac}	144,6 ± 14,9 ^{bc}	139,385	139,3

CV, Coeficiente de Variação de Desempenho; GL, Grupo Lento; GM, Grupo Moderado; GR, Grupo Rápido. Letras "a" representam diferenças entre GR e GM, letras "b" diferenças entre GR e GL e letras "c" diferenças entre GM e GL; $p \leq 0,05$.

Tabela 3 Coeficientes de correlação linear entre desempenho na maratona dos 102 atletas (102) e por grupo de corredores (Grupo Rápido, Grupo Moderado e Grupo Lento) versus desempenho em provas mais curtas, valores antropométricos e índices de treinamento (variáveis que apresentaram diferenças em duas comparações [ab, ac ou bc] na Anova)

Variável	D 5km	D 10km	D 21,1km	prmeia	segmeia
102	0,762 ^b	0,604 ^b	0,812 ^b	0,934 ^b	0,974 ^b
GR	0,765 ^b	0,619 ^b	0,491 ^b	0,704 ^b	0,846 ^b
GM	0,441	0,375 ^a	0,492 ^b	0,611 ^b	0,748 ^b
GL	0,293	0,512 ^b	0,567 ^b	0,738 ^b	0,730 ^b
Variável	Massa	IMC	Trsemana	Volsemana	Mvolume
102	0,343 ^b	0,383 ^b	-0,473 ^a	-0,560 ^b	-0,471 ^b
GR	0,376 ^a	0,290	-0,335	-0,460 ^b	-0,530 ^b
GM	0,048	0,052	-0,369 ^a	-0,446 ^b	-0,431 ^b
GL	0,043	-0,247	-0,247	-0,365 ^a	-0,286

Desempenhos das distâncias 5 km, 10 km, 21,1 km. Desempenho da maratona de Porto Alegre 2015 dividido em dois trechos da maratona (prmeia e segmeia). Na parte inferior: massa, IMC, dias de treino por semana (Trsemana), volume semanal (Volsemana) e o maior volume semanal feito (Mvolume). Indica significância, $p < 0,05$ símbolo^a, $p < 0,01$ símbolo^b.

maiores médias de IMC. Esse achado poderia ser explicado pelo maior volume semanal e número de treinos por semana desse grupo, que causariam um gasto calórico semanal mais significativo.

A média de idade dos grupos encontrada no estudo é semelhante aos estudos de [Trappe \(2007\)](#) e [Tanda \(2011\)](#), o grupo GR é mais novo do que o GL. Em relação à estatura não houve diferenças entre os três grupos, achado semelhante aos estudos de [Tanda \(2011\)](#) e [Slovic \(1977\)](#).

No presente estudo, o número de maratonas completadas foi similar entre os grupos, com correlações moderadas e fracas GR ($r = 0,59$) GM ($r = 0,49$) e GL ($r = 0,32$) em discordância com o encontrado por [Hagan et al., 1987](#), que encontraram uma correlação negativa moderada ($r = -0,47$).

O autor creditou esse como importante aspecto para um bom desempenho em provas de longa duração, o que questionamos, visto que se trata de uma correlação de valor médio, e não alto. Achado semelhante foi encontrado no tempo de prática, sem diferenças entre os grupos, o que poderia indicar que experiência em provas não é um importante preditor de desempenho, o que corrobora [Bale et al., 1985](#). Essa hipótese é reforçada pelo número de estreantes na maratona (28 no total), distribuídos de modo similar entre os grupos, como nos achados de [Dolgener et al., 1994](#), que compararam dois grupos de estreantes na distância de maratona e não encontraram diferenças no desempenho. Dos vários índices analisados, alguns indicaram fraca correlação com o resultado final, como: D 42,2 km (provas anteriores) $r = 0,219$

($p < 0,05$). Hagan et al., 1981 sugerem que a experiência anterior, por si só, não é determinante para o desempenho, mas sim a intensidade de treino, que é mais importante do que o próprio VO_{2max} .

Grant et al., 1984 sugeriram que corredores iniciantes não precisam fazer altos volumes semanais e encontraram correlação negativa entre volume e tempo de desempenho de maratona. Embora não tenham entrevistado algum corredor de grupo de elite, vários corredores treinaram com altos volumes semanais (> 110 km por semana). Diferentemente, em relação ao número de treinos por semana, os grupos GR e GM apresentaram maiores valores em relação ao GL, o GR apresentou uma frequência maior de dias, o que, em conjunto com o maior volume semanal médio, poderia ser responsável pelo melhor desempenho do GR. Valores maiores do que os relatados no estudo de Lepers e Cattagni (2012).

Contrariamente ao esperado, não há diferenças entre os grupos na prática regular de musculação. Isso indica que esse talvez não seja um preditor importante do desempenho nesses atletas. Esse achado é corroborado por estudo prospectivo semelhante ao presente estudo, no qual não foram observadas diferenças na redução de lesões em grupo de corredores que treinaram força máxima e grupo controle (Bale et al., 1985; Baltich et al., no prelo). Esse resultado deve ser analisado com cautela, pois vários achados demonstram que corredores de longa distância melhoram o desempenho após um programa de treinamento de força máxima ou rápida (Taipale et al., 2010; Mikkola et al., 2011; Beattie et al., 2016). Provavelmente, os diferentes protocolos e cargas usados nos treinamentos de força não tenham sido suficientes a ponto de apresentar uma forte relação com desempenho nesses corredores.

Legaz-Arrese et al., 2007 encontraram um Coeficiente de Variação (CV) de 2,19% verificado nos 50 melhores *sprinters* e corredores de longa distância na Espanha. Em contraste, nosso estudo coletou dados principalmente de atletas amadores, que foram mais heterogêneos na distância da maratona com CV de 6,96%.

As maiores diferenças apresentadas estão relacionadas a aspectos do desempenho em provas mais curtas ou à influência da intensidade do treino no desempenho na prova de maratona. O ponto forte do presente estudo é fornecer dados sobre o perfil dos atletas maratonistas brasileiros, em vista da escassez de informações sobre essa população. O número de corredores desse estudo foi maior do que o dos estudos de Hagan et al., 1981 e Sjödin e Svedenhag (1985), alcançaram 6,3% dos corredores homens concluintes dessa prova.

Entre as limitações do nosso estudo podemos citar a ausência de avaliação de composição corporal, avaliações fisiológicas específicas, acessos a diários de treinamento de cada atleta com percentuais usados em cada zona de intensidade. É bem reconhecido na literatura que outros aspectos, tais como nutricionais, psicológicos e ritmo individual de cada corredor, influenciam o desempenho em maratonas e não foram avaliados no presente estudo. Porém, entendemos que tais avaliações seriam inviáveis devido ao número de sujeitos (102) e às razões logísticas. Além disso, os resultados devem ser analisados com cautela, pois cada prova apresenta suas particularidades, como terreno e condições climáticas.

Conclusão

As principais diferenças entre os grupos dessa amostra foram encontradas no desempenho nas provas de distâncias menores e nos volumes de treinamento. Isso demonstra que corredores mais rápidos na maratona foram também mais rápidos em distâncias menores e treinaram maiores volumes semanais. As aplicações práticas indicam que, ao decidir correr a prova de maratona, o atleta já deve ter conseguido bons tempos em provas mais curtas e manutenção de maiores volumes de treinamento, demonstra assim boa integração dos fatores determinantes da corrida. Além disso, índices como experiência anterior e distâncias dos treinos longos, nessa amostra, não foram bons indicadores de desempenho na corrida de 42 km.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Este estudo não seria possível sem o auxílio do CNPq/Brasil e da Capes/Brasil. Também agradecemos ao Grupo de Pesquisa Locomotion/UFRGS pelas discussões e pelos comentários.

Referências

- Bale P, Rowell S, Colley E. Anthropometric and training characteristics of female marathon runners as determinants of distance running performance. *J Sports Sci [Internet]* 1985;3(2):115–26.
- Baltich J, Emery CA, Whittaker JL, Nigg BM. 2017 Running injuries in novice runners enrolled in different training interventions: a pilot randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports [Internet]*. No prelo.
- Beattie K, Carson BP, Lyons M, Rossiter A, Kenny IC. The effect of strength training on performance indicators in distance runners. *J Strength Cond Res [Internet]* 2016.
- Coyle EF. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev [Internet]* 1995;23:25–63.
- Dellagrana RA, Guglielmo LG, Santos BV, Hernandez SG, Silva SG, Campos WD. Physiological, anthropometric, strength, and muscle power characteristics correlate with running performance in young runners. *J Strength Cond Res [Internet]* 2014.
- Dolgener FA, Kolkhorst FW, Whitsett DA. Long slow distance training in novice marathoners. *Res Q Exerc Sport* 1994;65(4):339–46.
- Ely MR, Chevront SN, Roberts WO, Montain SJ. Impact of weather on marathon-running performance. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(3):487–93.
- Grant SJ, Sharp RH, Aitchison TC. First time marathoners and distance training. *Br J Sports Med [Internet]* 1984;18(4):241–3.
- Hagan RD, Smith MG, Gettman LR. Marathon performance in relation to maximal aerobic power and training indices. *Med Sci Sports Exerc* 1981;13(3):185–9.
- Hagan RD, Upton SJ, Duncan JJ, Gettman LR. Marathon performance in relation to maximal aerobic power and training indices in female distance runners. *Br J Sports Med* 1987;21(1):3–7.
- Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T, Lepers R. Predictor variables for a 100-km race time in male ultra-marathoners. *Percept Mot Ski Sci* 2010;111(3):681–93.
- Lazzer S, Salvadeo D, Taboga P, Rejc E, Giovanelli N, di Prampero PE. Effects of the Etna Uphill Ultramarathon on energy cost and

- mechanics of running. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet] 2015;10(2):238–47.
- Legaz-Arrese A, Munguía-Izquierdo D, Nuviala Nuviala A, Serveto-Galindo O, Moliner Urdiales D, Reverter Masía J. Average VO₂max as a function of running performances on different distances. *Sci Sports* [Internet] 2007;22(1):43–9.
- Lepers R, Cattagni T. Do older athletes reach limits in their performance during marathon running? *Age (Omaha)* 2012;34(3):773–81.
- Marc A, Sedeaud A, Guillaume M, Rizk M, Schipman J, Antero-Jacquemin J, et al. Marathon progress: demography, morphology and environment. *J Sports Sci* [Internet] 2014;32(6):524–32.
- Mikkola J, Vesterinen V, Taipale R, Capostagno B, Häkkinen K, Nummela A. Effect of resistance training regimens on treadmill running and neuromuscular performance in recreational endurance runners. *J Sports Sci* [Internet] 2011;29(13):1359–71.
- Noakes TD, Myburgh KH, Schall R. Peak treadmill running velocity during the VO₂ max test predicts running performance. *J Sports Sci* 1990;8(1):35–45.
- Sjödén B, Svedenhag J. Applied physiology of marathon running. *Sport Med* 1985;2(2):83–99.
- Slovic P. Empirical study of training and performance in the marathon. *Res Quarterly Am Alliance Heal Phys Educ Recreat* [Internet] 1977;48(4):769–77.
- Taipale RS, Mikkola J, Nummela A, Vesterinen V, Capostagno B, Walker S, et al. Strength training in endurance runners. *Int J Sports Med* 2010;31(7):468–76.
- Tanda G. Prediction of marathon performance time on the basis of training indices. *J Hum Sport Exerc* 2011;6(3):511–20.
- Tanda G, Knechtle B. Marathon performance in relation to body fat percentage and training indices in recreational male runners. *Open access J Sport Med* [Internet] 2013;4:141–9.
- Tanda G, Knechtle B. Effects of training and anthropometric factors on marathon and 100 km ultramarathon race performance. *Open Access J Sport Med* 2015;6:129–36.
- Trappe S. Marathon runners: how do they age? *Sport Med* [Internet] 2007;37(4–5):302–5.
- Trubee NW, Vanderburgh PM, Diestelkamp WS, Jackson KJ. Effects of heat stress and sex on pacing in marathon runners. *J Strength Cond Res* [Internet] 2014;28(6):1673–8.
- Yeung SS, Yeung EW, Wong TW. Marathon finishers and non-finishers characteristics: A preamble to success. *J Sports Med Phys Fitness* 2001;41(2):170–6.
- Zillmann T, Knechtle B, Rüst CA, Knechtle P, Rosemann T, Lepers R. Comparison of training and anthropometric characteristics between recreational male half-marathoners and marathoners. *Chin J Physiol* 2013;56(3):138–46.