

Efeito do treinamento de força na economia de corrida em corredores de resistência: uma revisão de literatura

Effect of strength training on running economy in endurance runners: a literature review

João Paulo Bernardo Silva , Andrêza Soares dos Santos , Diego Alcantara Borba 
Lucas Rios Drummond , José Vitor Vieira Salgado 

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Divinópolis, Brasil

HISTÓRICO DO ARTIGO

Recebido: 16.01.2024

Revisado: 21.05.2024

Aprovado: 28.05.2024

PALAVRAS-CHAVE:

Economia de corrida;
Treinamento de força;
Corredores.

KEYWORDS:

Running economy;
Strength training;
Runners.

PUBLICADO:

27.06.2024

RESUMO

INTRODUÇÃO: A corrida de rua é uma atividade de fácil execução, assim como a prática, as provas de corrida tiveram um crescimento na última década, acontecimento que faz rapidamente o corredor migrar da prática recreativa para competitiva e buscar meios que visem o aumento do desempenho. A economia de corrida (EC) tem uma relação direta com o VO_2 max requerido em uma dada intensidade submáxima, evidenciado pela literatura científica como o melhor preditivo da performance do atleta. O treinamento de força (TF) suplementar ao treinamento de corrida tem mostrado ser uma excelente estratégia para melhorar a EC. Diversos são os métodos e programas de TF relacionados acerca da vantagem proporcionada pela melhora da EC.

OBJETIVO: Verificar quais são os principais métodos de TF utilizados para potencializar a EC.

MÉTODOS: Foi analisado base de dados PubMed os descritores: economic running, strength training, runners.

RESULTADOS: Foram analisados 19 estudos encontrado na literatura. Os corredores recreativos totalizaram mais de 50% do total das amostras. A EC teve uma melhora significativa em 12 estudos, enquanto 7 não apresentaram melhoras significativas em suas intervenções. O TF máxima foi o mais pesquisado, e demonstrou ser o mais benéfico para a EC. As sessões semanais de intervenção nos estudos foram: menos de duas, duas e três sessões, enquanto o período de intervenção variou entre 04 e 40 semanas.

CONCLUSÃO: O TF como estratégia suplementar a corrida de longa distância, mostrou ser eficaz na economia de corrida. Diversos métodos, exercícios e períodos de intervenção foram investigados. Um período de 8 a 12 semanas com 2 ou 3 sessões semanais demonstrou ganhos significativos na EC.

ABSTRACT

BACKGROUND: Street running is an easy activity to perform, just like practice, running events have grown in the last decade, an event that quickly makes runners migrate from recreational to competitive practice and seek ways to increase performance. Running economy (RE) has a direct relationship with the VO_2 max required at a given submaximal intensity, evidenced by scientific literature as the best predictor of the athlete's performance. Strength training (TF) supplementary to running training has been shown to be an excellent strategy for improving EC. There are several TF methods and programs related to the advantage provided by improving EC.

OBJECTIVE: To verify which are the main TF methods used to enhance EC.

METHODS: The following keywords were analyzed in the PubMed database: economic running, strength training, runners.

RESULTS: For this analysis, nineteen studies were examined. Recreational corridors accounted for more than 50% of the total samples. CE had a significant improvement in 12 studies, while 7 showed no significant improvements in their interventions. Maximum TF was researched and was shown to be the most beneficial for CE. The weekly intervention sessions in the studies were: less than two, two and three sessions, while the intervention period varied between 4 and 40 weeks.

CONCLUSION: TF as a strategy to supplement long-distance running proved to be effective in saving running. Various methods, exercises and intervention periods were investigated. A period of 8 to 12 weeks with 2 or 3 weekly sessions demonstrated significant gains in EC.

▼ INTRODUÇÃO

A corrida é uma atividade inerente ao ser. No Brasil e no mundo observa-se um crescimento exponencial no número de corridas de rua e de adeptos desta modalidade esportiva (Dallari, 2009; Oliveira, 2010; Gotaas, 2013; Rojo *et al.*, 2017a). A prática da corrida oferece vários benefícios que levam praticantes recreativos a migrarem abruptamente para a participação em corridas de rua que a cada dia tornam-se mais populares, devido a sua simplicidade (Salgado, 2006), a estrutura física quase sempre existente em qualquer cidade (Rojo *et al.*, 2017a), a não utilização de muitos materiais – comparado a outras atividades esportivas, e a presença de diferentes fatores motivadores como a sociabilidade, o controle do stress, a melhora da saúde, competitividade e o prazer (Balbinotti *et al.*, 2015; Gratão; Rocha, 2016; Rojo *et al.*, 2017b; Rojo; Starepravo; Silva, 2019).

Como consequência do crescente número de corridas de ruas e de participantes, pode haver também aumento do interesse pelo praticante em estratégias que aspiram melhorar o seu rendimento nas provas. Desta forma, os praticantes de corrida buscam melhorar o desempenho esportivo e, para Lopes *et al.* (2012) são três os fatores fisiológicos determinantes para uma boa performance em uma prova de resistência: o consumo máximo de oxigênio ($VO_2\max$), o limiar anaeróbico e a economia de corrida. Dentre esses fatores o que parece ser mais sensível ao treinamento de força é a economia de corrida (EC) (Balsalobre-Fernández; Santos-Concejero; Grivas, 2016). Além disso, Lanferdini *et al.* (2020) aponta o $VO_2\max$ e a EC a 16 km/h como os dois melhores parâmetros fisiológicos prenunciadores do desempenho da corrida de resistência que chegam a superar mais de 80% na capacidade de predição.

De acordo com Jung (2003) EC é uma relação entre o $VO_2\max$ e a velocidade de corrida exigida em dada intensidade de exercício, podendo ser compreendido de uma maneira fácil quando dois corredores correm em uma mesma velocidade e um deles requer menor consumo de oxigênio ou menor percentual do $VO_2\max$. Uma melhor EC possibilita correr mais rápido em uma determinada distância ou correr constante em uma velocidade com o consumo de oxigênio reduzido (Saunders *et al.*, 2004).

São descritos na literatura científica diversas estratégias que visam aprimorar a performance do praticante de corrida de média e longa distância. Diversos fatores determinam o desempenho atlético como: treinador, ambiente, nutrição, horas de sono, ocupação, idade, vida social, lesões, genética e treinamento (Lanferdini *et al.*, 2020). Quanto ao treinamento de força (TF), apesar de muitos anos de pesquisa, ainda existem desacordos entre os treinadores em relação a intervenção concorrente ao treinamento de resistência, pelo fato que as capacidades de resistência aeróbia e força são vistos como opostos no que diz respeito as adaptações fisiológicas. Por outro lado, estudos anteriores já constataram que o treinamento de força agregado ao treinamento de resistência aeróbia é superior ao treinamento de resistência aeróbia isolado (Bazyler *et al.*, 2015).

Durante os anos 90, corredores acreditavam que o TF poderia ser prejudicial ao desempenho de corrida de resistência, no entanto, a literatura científica já evidenciava

naquela época em inúmeros trabalhos a eficácia do treinamento de força para a economia de corrida (Johnston *et al.*, 1995). Além disso, já foi demonstrado que o TF em corredores de resistência bem treinados pode gerar aumento nas adaptações neuromusculares que coincidem com a melhoria do desempenho (Beattie *et al.*, 2017) e apesar de ser um treinamento concorrente, ele pode ser utilizado por corredores recreativos e atletas (Taipale *et al.*, 2010).

Uma revisão de literatura demonstrou que o treinamento de força é eficaz para melhorar a economia de corrida e aumentar a rigidez da unidade músculo tendão, resultando na capacidade de armazenar energia elástica durante ações musculares excêntricas consequentemente aumentando a força muscular concêntrica, sendo esse, considerado um dos motivos pela economia de corrida (Bazyler *et al.*, 2015).

Lopes *et al.* (2012) em um estudo de revisão consideraram que o TF pode colaborar positivamente na economia de corrida de atletas bem treinados de provas de longa duração, dessa maneira, validando a importância da complementação com o TF no planejamento anual de corredores. No entanto, apesar de existir várias evidências na literatura científica que validam a eficiência do TF na EC, atletas e treinadores têm negligenciado o TF, isso pode ser consequência que de fato os mesmos não terem ciência dos benefícios do TF no alto desempenho (Balsalobre-Fernández; Santos-Concejero; Grivas, 2016). O TF ainda não é muito aceito pela comunidade de corredores dentro de sua periodização de treinamento. Os atletas e treinadores entendem supostamente que possa haver um ganho hipotético, dessa forma, interferindo em seu rendimento esportivo (Beattie *et al.*, 2017).

Além disso, fatores como biomecânica, sexo, idade, antropometria, distribuição de fibras, são responsáveis pela diversidade da EC entre os indivíduos, entretanto, estratégias de treinamento podem ser abordadas, dentre elas, os diversos métodos de treinamento de força (Balsalobre-Fernández; Santos-Concejero; Grivas, 2016). Há uma grande variabilidade dos métodos de TF e protocolos de exercícios que são utilizados em intervenções com o treinamento de corrida de média e longa distância. Portanto, o presente estudo buscou verificar quais são os principais métodos de TF utilizados para melhorar a EC.

▼ MÉTODOS

Para a construção da presente revisão foi utilizada a base de dados PubMed com buscas usando os descritores: *economic running*, *strenght training*, *runners*, artigos publicados entre 2006 e 2020, em português e inglês, com livre acesso. A Figura 1 apresenta o fluxograma da seleção dos artigos.

Os estudos foram destinados a análise se preenchessem os seguintes critérios de inclusão: a) amostras do sexo masculino ou feminino maiores de 18 anos; b) mensuração da EC antes e depois das intervenções; c) experimentos realizados apenas com corredores de média e longa distância sem limitação de experiência categorizados pelo seu $VO_2\max$; d) descrição dos exercícios e programas de TF utilizados para complementar o treinamento de resistência.

Os critérios de exclusão foram: a) estudos que usavam outras estratégias combinadas ao treinamento de força e resistência; b) amostra composta por triatletas, ultramaratonistas e ciclistas; c) menores de 18 anos. Não foram utilizados filtros ou limitações que impedissem a análise das pesquisas.

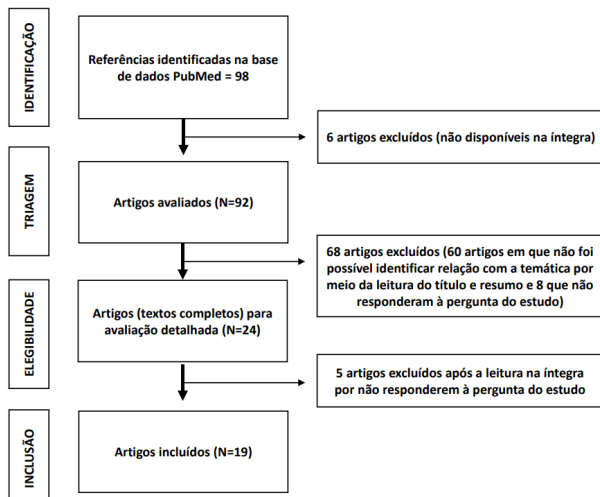


Figura 1. Fluxograma da seleção dos artigos da revisão.

▼ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos foram publicados entre os anos de 2006 e 2020, com 455 participantes de ambos os sexos, idade entre 19 e 45 anos, $VO_2\max$ entre 32,5 e 70,7 ml/kg/min. Os indivíduos foram categorizados nos estudos como corredores: experientes (1), jovens universitários treinados (3), treinados (1), jovens bem treinados (1), elite (2), masters (1) e por último, corredores recreativos (10) totalizando mais de 50% da amostra.

Diversos métodos de TF foram encontrados: força máxima (FMax), força explosiva (FExp), força máxima e explosiva na mesma sessão de treinamento, chamado de força mista (FMis), pliometria (Plyo), força máxima e pliometria (FMax+PLyo), resistência de força (ResF), força em *flywheel* (FST), a força máxima com a realização da pliometria logo em seguida dentro da mesma sessão de treinamento foi chamado de treinamento complexo (CPX), treinamento intervalado de saltos (TIP). O TF máxima foi o método mais apreciado pelos estudos (12). A frequência semanal de treinamento encontrada nos estudos foi: menos de duas sessões (6), duas sessões (8) e três sessões (5). O período de intervenção dos estudos analisados foram: quatro semanas (2), seis semanas (3), oito semanas (9), 10 semanas (2), nove, doze e 40 semanas (um estudo cada).

No Quadro 1 apresentamos as características dos estudos analisados e de seus participantes. Já no Quadro 2 descrevemos os programas de treinamento de força utilizados nos estudos. A EC obteve melhora significativa em 12 estudos, enquanto sete não apresentaram melhora.

O TF ainda não tem uma aceitação maciça pela comunidade de corredores dentro de sua periodização de treinamento, pelo fato de que possivelmente possa haver um ganho hipertrófico, interferindo no desempenho esportivo.

Em contrapartida, o TF pode aumentar a força máxima e reativa, melhorar EC e $VO_2\max$ sem afetar a composição corporal (Pereira; Lima, 2010). Nesse sentido, o TF pode ser importante para a manutenção ou melhora da performance entre corredores competitivos (Beattie *et al.*, 2017) qualquer que seja a melhora na EC já influencia no rendimento, tendo em vista, que essa pequena margem é multiplicada ao longo da distância percorrida (Turner; Owings; Schwane, 2003; Saunders *et al.*, 2006).

Segundo Saunders *et al.* (2006) com o aumento da rigidez do sistema músculo tendão, a capacidade de armazenar e devolver a energia elástica é aumentada, consequentemente, melhorando a EC, e o treinamento de força com pliometria nesse sentido se torna muito eficaz.

Ache-Dias *et al.* (2018) utilizaram o treinamento intervalado de saltos em corredores recreativos com duas sessões durante quatro semanas. No entanto não encontraram melhora na EC. Os autores atribuem o resultado ao baixo volume de sessões, estímulos e o curto período de intervenção. Por outro lado, Turner, Owings e Schwane (2003) com apenas 15 minutos por sessão, três vezes por semana em um total de 6 semanas, identificaram melhora na EC em -2,3%. No caso, a amostra era composta por corredores treinados, mas que apresentavam o $VO_2\max$ (50,0 ml/kg/min) equivalente ao estudo de Ache-Dias *et al.* (2018). Nesse sentido, entende-se que o número de sessões pode ter sido importante para gerar adaptações neuromusculares que convergem com Saunders *et al.* (2006) que utilizaram o treinamento pliométrico para melhorar a EC de corredores de elite em -4,1% a 18 km/h com três sessões semanais de 30 minutos ao longo de nove semanas.

Em 12 estudos investigou-se a força máxima, em cinco deles não foram encontrados melhora da EC, o volume de treinamento pode ter interferido negativamente na EC. Curiosamente, em todas as pesquisas a população era composta por corredores recreativos, da mesma forma, as sessões semanais eram duas vezes e a intervenção foi de apenas 8 semanas, exceto o estudo de Kelly, Burnett e Newton (2008) que usou 10 semanas de intervenção, entretanto, a intensidade de 80% (1RM) só foi utilizada a partir da terceira semana de intervenção e sua amostra era de mulheres iniciantes com o $VO_2\max$ muito abaixo da média dos outros estudos. Parece que um baixo volume de sessões seguido por um curto período de intervenção não são suficientes para causar adaptações neuromusculares em corredores recreativos, ademais, os participantes não apresentavam experiência com o TF, e não passaram por um período adaptativo.

Taipale *et al.* (2013) e Mikkola *et al.* (2011) prescreveram suas intervenções com um período adaptativo de 6 semanas, porém, o primeiro utilizou menos de duas sessões semanais, e o segundo constava apenas dois exercícios para membros inferiores. O treinamento de força máxima parece ser mais sensível em populações de corredores mais experientes, em meio ao grupo de estudos que validaram a eficiência do método força máxima, apenas Taipale *et al.* (2010) incrementaram seus experimentos com corredores iniciantes, sua intervenção foi alicerçada por um período adaptativo de 6 semanas e com um polimento de 14 semanas após as oito semanas de intervenção.

Quadro 1. Características de amostras, provas, grupos de seus participantes nos diferentes estudos (n=19).

Autor (Ano)	Amostra (n)	Participantes (Prova)	Grupos	Idade (média)	VO ₂ max (ml/kg/min)	Metodo de Economia de Corrida
Ache-Dias <i>et al.</i> (2018)	18 M - F	Corredores Recreativos (5k)	TIP=M4/F5 ConR=M9	24,3	50,0 48,6	NHMEC 12km/h
Barnes <i>et al.</i> (2013)	42 M - F	Jovens Universitários Treinados (5-10km)	FMax=13M/9F FMax+Plio=10M/10F	19,6 20,7	M63,7/F53,3 M63,8/F51,3	M-1,7%/F-3,9% M-0,2%/F-1,0% 14km/h
Beattie <i>et al.</i> (2017)	20 M	Jovens Universitários Treinados (1,5-10km)	FMax+Plio=11 ConR=9	29,5 27,4	59,6 63,2	-3,5±3,2% -2,3±4,4%
Damasceno <i>et al.</i> (2015)	18 M	Corredores Recreativos (10km)	FMax=9 ConR=9	34,1 32,9	54,3 55,8	NHMEC 12km/h
Ferrauti; Bergermann; Fernandez-Fernandez (2010)	20 M - F	Maratonistas Recreativos (Maratona)	FMax=9M/2F ConR=5M/4F	40,0	52,0 51,1	NHMEC EC=2,4-2,8m/s
Festa <i>et al.</i> (2019)	29 M - F	Corredores Recreativos (10Km)	FST=6M/5 FHIT=6M/3 FLIT=6M/3F	44,2 42,2 45,4	48,8 50,3 50,2	FST=MEC 6,3% HIT=NHMECS LIT=NHMECS 75% do VT1
Guglielmo; Greco; Denadai (2009)	19 M	Corredores Experientes (3km-Maratona)	FExp=9 FMax=8	27,9 31,0	59,6 64,1	12-14kmh FMax=MEC 3%/12km/h
Kelly; Burnett; Newton (2008)	16 F	Corredores Recreativos (5-10km)	FMax=9 Con=7	21,0 20,4	39,9 39,5 VO ₂ pico	NHMECS
Li <i>et al.</i> (2021b)	28 M	Jovens Universitários Treinados (5km)	CPX=10 FMax=9 ConRF=9	20,2 21,2 20,7	65,6 65,5 66,1	CPX/ FMax/ ConRF 12km/h -4,47%/- 4,11%/-4,38% 14km/h -7,68%/- 4,89%/0% 16km/h -7,38%/0%/0%
Li <i>et al.</i> (2021a)	38 M - F	Maratonistas Recreativos (Maratona)	CPX=9M/4F ConRF=8M/4F FMax=9M/4F	32,2 30,7 31,2	57,7 58,1 57,1	CPX/FMax/ConRF 12km/h -6,2%/- 5,0%/0% 14km/h -5,8%/- 6,4%/0% 16km/h-NHMEC
Mikkola <i>et al.</i> (2011)	27 M	Corredores Recreativos (21Km e Maratona)	FMax=11 FExp=10 RMus=6	36±6 36±6 34±9	51±4 51±5 48±6	10km/h/12km/h NHMEC
Piacentini <i>et al.</i> (2013)	16 M - F	Corredores Masters+35 (10km-Maratona)	FMax=6 ResF=5 ConR=5	44,2 44,8 43,2	55	9,75 km/h- 10,75km/h FMax=MEC - 6,7%/10,75km/h
Saunders <i>et al.</i> (2006)	15 M	Elite altamente Treinados (5Km)	Plio=7 ConR=8	23,4 24,9	67,7 70,4	Plyo= -4,1% à 18km/h ConR= NHMEC 14/16/18km/h
Sedano <i>et al.</i> (2013)	18 M	Elite altamente Treinados (5Km)	ConTFG= FExp+Plyo= ResF=	23,5 24,1 23,7	68,8 68,8 70,7	FExp+Plyo= MEC 12/14/16km/h
Stohanzl; Balas; Draper (2018)	31 F	Corredoras Recreativas (5km)	TF30'=11 TF60'=11 ConR=9	32±5	33,7 38,8 37,3	NHMECS 7km/h-9km/h
Storen <i>et al.</i> (2008)	17 M - F	Jovens Bem treinados (5km)	FMax=4M/4F ConR=5M/4F	28,6 29,7	61,4 56,5	MEC= -5% 70%Vo ₂
Taipale <i>et al.</i> (2010)	28 M	Corredores Recreativos (10km)	FMax=11 FExp=10 ConRMus=7	35,5 36,4 33,7	50,0	FMax=MEC à 10/12km/h FExp=MEC à 10km/h RMus=NHMEC 10km/h- 12km/h
Taipale <i>et al.</i> (2013)	37 M	Corredores Recreativos (Maratona)	FMax=11 FExp=10 FMis=9 ConPC=7	35,5 36,5 31,3 33,7	51,4 50,6 51,3 47,0	10km/h-12km/h NHMEC
Tuner; Owings; Schwane (2013)	18 M - F	Corredores Treinados (5km)	Plyo=6M/4F ConR=4M/4F	31±9 27±5	50,4 50,0	F=2,23/2,68/3,13 m/s M=2,68/3,13/3,58 m/s MEC=2-3%

Legendas: M – masculino, F – feminino, TIP – treinamento intervalado de saltos, Con – controle, R – resistência, MEC – melhora na economia de corrida, NHMEC – não houve melhora na economia de corrida, TF – treinamento de força, FMax – força máxima, FExp – força explosiva, RF – resistência de força, Plio – pliometria, CPX – treinamento complexo, FST – treinamento de força com flywheel, HIT – treinamento de alta intensidade, LIT – treinamento de baixa intensidade, ResF – resistência de força, RMus – resistência muscular, TFG – treinamento de força geral, FMis – força mista, PC – peso corporal, km/h – quilômetros por hora, m/s – metros por segundos.

Fonte: Autores.

Quadro 2. Características dos programas de treinamento de força nos diferentes estudos (n=19).

Autor (Ano)	Intervenção Sessões	Métodos	Número de Exercícios	Séries	Repetições	Descanso	Intensidade
Ache-Dias <i>et al.</i> (2018)	4s/2ss	TIP	1	4-6-5	30"	3' Caminhando 2' Passivo	-
Barnes <i>et al.</i> (2013)	8s (1-5/2ss) (5-8/1ss)	FMax FMax+Plio	6 12	2-4-4-2 3-3-3-1	4-5 5-20	-	80% (1RM)
Beattie <i>et al.</i> (2017)	40s (20sX2ss PPT) (20s1ssPT)	1-20s FMax + Plio 20-40s FMis	5+2 ExC	FMax=3 PLyo=3 FExp=1-3 ExC=1-3	FMax=3-8 Plyo=3-5 F.Exp=3 ExC=8-10	-	-
Damasceno <i>et al.</i> (2015)	8s/2ss	FMax	4	2-3	3-4-5-6-8-10	3'	3 (RM)
Ferrauti; Bergemann; Fernandez-Fernandez (2010)	8s/2ss	FMax	1 ^{as} ss-5=FMax (MMII) 2 ^{as} ss-6=ResF (CORE)	4 3	3-5 20-25	3' 90"	3-5 (RM)
Festa <i>et al.</i> (2019)	8s/1ss	FST HIIT LIT	1	4	7	3'30"	7 (RM)
Guglielmo; Greco; Denadai (2009)	4s/2ss	FExp FMax	6 6	3-4-5 3-4-5	12 6	3' 3'	Até a falha
Kelly; Burnett; Newton (2008)	10s/3ss	FMax	7	3	5	3-4'	s1=60-70% (1RM) s2=70-80% (1RM) s3-10/+80% (1RM)
Li <i>et al.</i> (2021b)	8s/3ss	CPX FMax ConRF	6 3 3	FM=3/Plyo=3 5 5	FM=5/Plyo=6 5 20/30	FM=4'/Plyo=4' 3' 1'	80-85% (1RM) 80-85% (1RM) 40% (1RM)
Li <i>et al.</i> (2021a)	6s/2ss	CPX ConRF FMax	6 3 3	FM=3/Plyo=3 5 5	FM=5/Plyo=6 20-25 5	FM=4'/Plyo= 1' 3'	70-85% (1RM) 30-40% (1RM) 70-85% (1RM)
Mikkola <i>et al.</i> (2011)	8s/2ss	FMax FExpl RMus	2+(4-6ExC) 5+(4-6ExC) 2+(4-6ExC)	3-4 2-3 3	4-6 6-10 40-50	2-3'/Dss=60' 2-3'/Dss=60' 20'/Dss=30'	6 (RM) 40% (1RM) Baixa Vel
Piacentini <i>et al.</i> (2013)	6s/2ss	FMax ResF	5-6 6-7	4 3	3-4 10	3-4' 2-3'	85-90% (1RM) 70% (1RM)
Saunders <i>et al.</i> (2006)	9s/3ss/30'	Plyo	3-6	1-5 1-6	6-20 10-30m	-	-
Sedano <i>et al.</i> (2013)	12s/2ss	ConTFG Força+Plyo FR	4 (4+4) C 4	3 3 3	(4X25) 7 20	5' 5'	Thera band 70% 40%
Stohanzl; Balas; Draper (2018)	10s 1ssX30' 2ssX30'	TF30' TF60'	7-8 7-8	3-4 3-4	12-30/D20" 12-30/D20"	2' 2'	-
Storen <i>et al.</i> (2008)	8s/3ss	FMax	1	4	4	3'	80%
Taipale <i>et al.</i> (2010)	8s/≤2ss	FMax FExp RMus	3 5 6	3 2-3 3	4-6 30 40-50"	-	85% 40%
Taipale <i>et al.</i> (2013)	8s/≤2ss	FMax FExp FMis ConRMus	5 7 7 8	3 6	3-4 6	2-3' 2-3'	85% 30-40%
Tuner; Owings; Schwane (2013)	6s/3ss15'	Plio	6	-	5-25	-	-

Legendas: s - semanas, ss - sessões semanais, RM - repetição máxima, ExC - exercício complementar, PPT - período antes da temporada, PT - período temporada, MMII - membros inferiores - CORE - região central do corpo, D - duração, Vel - velocidade, C - combinado, ≤ - menor que, TIP - treinamento intervalado de saltos, Con - controle, R - resistência, TF - treinamento de força, FMax - força máxima, FExp - força explosiva, RF - resistência de força, Plio - pliometria, CPX - treinamento complexo, FST - treinamento de força com flywheel, HIT - treinamento de alta intensidade, LIT - treinamento de baixa intensidade, ResF - resistência de força, RMus - resistência muscular, TFG - treinamento de força geral, FMis - força mista, PC - peso corporal.
Fonte: Autores.

Os outros estudos continuam corredores treinados ou experientes, Li *et al.* (2021a) e Piacentini *et al.* (2013) usaram duas sessões em seis semanas de intervenção, e alcançaram ganhos de -5% à 12 km/h, -6,4% à 14 km/h e -6,7% a 10,75 km/h respectivamente. Li *et al.* (2021b) e Storen *et al.* (2008) conseguiram ganhos muito significativos, -4,11% a 12 km/h, -4,89% a 14 km/h, e -5% a 70% VO₂max, nessa ordem, ambos adotaram 8 semanas de intervenção, 3 sessões semanais e contou com jovens bem treinados com VO₂max variando entre 61,4 e 65,6 ml/kg/min.

Inesperadamente Guglielmo, Greco e Denadai (2009) encontraram que corredores experientes com um VO₂max de 64,1 ml/kg/min melhorassem a EC em -3% a 12 km/h com apenas duas sessões em quatro semanas, efeito surpreendente que é atribuído ao volume de exercícios concentrado nos músculos dos membros inferiores (quadríceps, ísquio tibiais, tríceps sural) e a intensidade das repetições, quando sua resistência era aumentada progressivamente para garantir uma execução de seis repetições máximas em três séries até a falha muscular

na primeira e segunda semanas, aumentando nas últimas semanas para quatro e cinco, episódio que entra em desacordo com Balsalobre-Fernández, Santos-Concejero e Grivas (2016) que afirmam que treinar até a falha induz a uma grande fadiga metabólica e neuromuscular, gerando uma mudança no tipo de fibra recrutada reduzindo a potência. Nesse sentido, como a potência é muito importante na performance de um corredor de longa distância, o treino até a falha deve ser evitado.

Mulheres jovens universitárias treinadas tiveram uma tendência a uma melhora da EC comparado aos homens do mesmo estudo, treinando força máxima por duas vezes da primeira à quarta semana, da quinta até a oitava semana realizaram apenas uma vez por semana (BARNES *et al.*, 2013).

A força explosiva foi usada em cinco intervenções, das quais, Guglielmo, Greco e Danadai (2009), Mikkola *et al.* (2011) e Taipale *et al.* (2013) não encontraram melhora na economia de corrida (MEC). Nos três estudos foram utilizadas apenas 2 sessões semanais de treino e menos de 8 semanas de intervenção, entretanto, Taipale *et al.* (2010) encontraram MEC a 10 km/h, com ≤ 2 sessões semanais, apesar disso, sua intervenção foi precedida por seis semanas de adaptação e 14 semanas de destreino, totalizando com a intervenção 28 semanas.

Sedano *et al.* (2013) investigaram a força explosiva combinada com pliometria em corredores de elites, encontraram MEC em uma intervenção de duas sessões dentro de 12 semanas, o efeito do treinamento com força explosiva parece advir mais paulatinamente que a força máxima, e um programa mais longo aparenta ser mais eficaz. A força máxima combinada a força explosiva chamada de força mista foi testada também por Taipale *et al.* (2013) não obtendo êxito em seu experimento.

O treinamento complexo foi investigado por Li *et al.* (2021b) em jovens universitários treinados e Li *et al.* (2021a) com maratonistas recreativos, ambos dispunham basicamente do mesmo programa de treinamento, com exceção do número de sessões semanais e do período de intervenção, o primeiro com oito semanas e três sessões semanais verificou uma melhora da EC expressiva de -4,47% a 12 km/h, -7,68% a 14 km/h, -7,38% a 16 km/h, já o segundo também obteve um resultado excelente, -6,2% a 12 km/h, -5,8% a 14 km/h, entretanto não conseguiu uma MEC significativa a 16 km/h, ocorrência que pode ser explicada pela diferença de velocidade máxima entre as duas populações.

Barnes *et al.* (2013) e Beattie *et al.* (2017) também encontraram MEC a 14 km/h em jovens universitários treinados quando usaram um treinamento combinado de força máxima e pliometria. Apenas Li *et al.* (2021b) encontraram MEC de -4,38% em seu estudo usando o treinamento de resistência de força. Stohanzl, Balas e Draper (2018) testaram uma dose mínima de treinamento de força em corredoras recreativas, uma sessão de 30 minutos ou duas sessões de 30 minutos durante 10 semanas sem conquistar MEC.

Festa *et al.* (2019) verificaram o treinamento de força em *flywheel*, e surpreendentemente atingiu uma MEC de -6,3%, que pode ser atribuída segundo o próprio autor a capacidade do treinamento permitir habilidades funcionais de EC devido a um desenvolvimento da força muscular, em particular o componente excêntrico.

Apenas seis estudos relataram um período adaptativo antes da intervenção, os demais relataram apenas uma ou duas sessões de familiarização. O TF não foi eficaz na MEC nestes estudos analisados, entretanto, ganhos na força máxima (1RM), força reativa, desempenho contra o relógio, velocidade anaeróbica, foram relatados. Apenas Taipale *et al.* (2010) apresentaram um pequeno, mas, significativo ganho hipertrófico.

▼ CONCLUSÃO

Mediante a análise realizada em 19 artigos é possível concluir que o TF como estratégia suplementar ao treino de corrida de longa distância mostrou ser eficaz na economia de corrida. Diversos métodos, exercícios e períodos de intervenção foram investigados. Um curto período de oito a 12 semanas com duas ou três sessões demonstrou ganhos significativos, mas esses ganhos podem ser dependentes das particularidades dos programas de treinamento.

Dentre os métodos estudados o treino de força máxima se destacou como o mais requisitado e com maior efeito benéfico. O treinamento complexo, de força explosiva e pliométrico também devem ser apreciados de acordo com o nível, idade, disponibilidade e objetivo do indivíduo. Seis a oito exercícios parecem ser suficientes, desde que priorizem membros inferiores sem abster da região central do corpo. Um período adaptativo que antecipe o treinamento de força e uma avaliação do nível atlético do indivíduo também são muito relevantes, assim como, a integralização do treinamento de força dentro da periodização.

Em resumo, o treinamento de força é vital para o corredor de resistência que almeja a melhora ou manutenção da performance. Um número maior de estudos sobre os diferentes tipos de treino de força em relação à economia de corrida se faz necessário para uma melhor investigação dessa relação, bem como identificar quais métodos de treinamento de força são mais interessantes para atletas de corrida de longa distância.

► AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

► CONFLITO DE INTERESSE

Os autores do estudo declaram não haver conflito de interesses.

► FINANCIAMENTO

Este estudo não teve apoio financeiro.

■ REFERÊNCIAS

ACHE-DIAS, J.; DAL PUPO, J.; DELLAGRANA, R. A.; TEIXEIRA, A. S.; MOCHIZUKI, L.; MORO, A. R. P. Effect of jump interval training on kinematics of the lower limbs and running economy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 32, p. 416-22, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002332>

BALBINOTTI, M. A. A.; GONÇALVES, G. H. T.; KLERING, T. T.; WIETHAEUPER, D.; BALBINOTTI, C. A. A. Perfis motivacionais de corredores de rua com diferentes tempos de prática. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 37, n. 1, p. 65-73, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2013.08.001>

- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; SANTOS-CONCEJERO, J.; GRIVAS, G. V. Effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-analysis of controlled trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 8, p. 2361-8, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001316>
- BARNES, K. R.; HOPKINS, W. G.; MCGUIGAN, M. R.; NORTHUIS, M. E.; KILDING, A. E. Effects of resistance training on running economy and cross-country performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 45, n. 12, p. 2322-31, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31829af603>
- BAZYLER, C. D.; ABBOTT, H. A. M.; BELLON, C. R.; TABER, C. B.; STONE, M. H. Strength training for endurance athletes: theory to practice. *Strength and Conditioning Journal*, v. 37, n. 2, p. 1-12, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000131>
- BEATTIE, K.; CARSON, B. P.; LYONS, M.; ROSSITER, A.; KENNY, I. A. The effect of strength training on performance indicators in distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 31, n. 1, p. 9-23, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001464>
- CBAt. Confederação Brasileira de Atletismo. **Regras de competição e regras técnicas da World Athletics**, 2020. Disponível em: <https://www.cbata.org.br/novo/>. Acesso em: 22/01/2021.
- DALLARI, M. M. **Corrida de rua: um fenômeno sociocultural contemporâneo**. 2009. 132f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.48.2009.tde-02092009-145957>
- DAMASCENO, V. M.; LIMA-SILVA, A. E.; PASQUA, L. A.; TRICOLI, V.; DUARTE, M.; BISHOP, D. J.; BERTUZZI, R. Effects of resistance training on neuromuscular characteristics and pacing during 10-km running time trial. *European Journal of Sport Science*, v. 115, n. 7, p. 1513-22, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3130-z>
- FERRAUTI, A.; BERGERMANN, M.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, n. 10, p. 2770-8, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d64e9c>
- FESTA, L.; TAPERI, C.; SKROCE, K.; BOCCIA, G.; LIPPI, G.; LA TORRE, A.; SCHENA, F. Effects of flywheel strength training on the running economy of recreational endurance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 33, n. 3, p. 684-90, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002973>
- GOTAAS, T. **Correr: a história de uma das atividades físicas mais praticadas no mundo**. São Paulo: Matriz; 2013.
- GRATÃO, A. O.; ROCHA, C. M. Dimensões da motivação para correr e para participar de eventos de corrida. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 24, n. 1, p. 90-102, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18511/rbcm.v24i3.5987>
- GUGLIELMO, L. G. A.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Effects of strength training on running economy. *International Journal of Sports Medicine*, v. 30, n. 1, p. 27-32, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2008-1038792>
- JOHNSTON, R. E.; QUINN, T. J.; KERTZER, R.; VROMAN, N. Improving running economy through strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 17, n. 4, p. 7-12, 1995. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-scj/citation/1995/08000/improving_running_economy_through_strength.1.aspx
- JUNG, A. P. The impact of resistant training on distance running performance. *Sports Medicine*, v. 33, n. 7, p. 539-52, 2003. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00005>
- KELLY, C. M.; BURNETT, A. F.; NEWTON, M. J. The effect of strength training on three-kilometer performance in recreational women endurance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 22, n. 2, p. 396-403, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318163534a>
- LANFERDINI, F. J.; SILVA, E. S.; MACHADO, E.; FISCHER, G.; PEYRÉ-TARTARUGA, L. A. Physiological predictors of maximal incremental running performance. *Frontiers in Physiology*, v. 11, p. 979-86, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00979>
- LI, F.; NASSIS, G. P.; SHI, Y.; HAN, G.; ZHANG, X.; GAO, B.; DING, H. Concurrent complex and endurance training for recreational marathon runners: effects on neuromuscular and running performance. *European Journal of Sport Science*, v. 21, n. 9, p. 1243-53, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1829080>
- LI, F.; NEWTON, R. U.; SHI, Y.; SUTTON, D.; DING, H. Correlation of eccentric strength, reactive strength, and leg stiffness with running economy in well-trained distance runners. *Journal of Strength Conditioning Research*, v. 35, n. 6, p. 1491-9, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003446>
- LOPES, C. R.; SINDORF, M. A. G.; MOTA, G. R.; CESAR, M. C. Treinamento de força para atletas de elite em provas de endurance. *Revista Ciência em Saúde*, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2012. DOI: <https://doi.org/10.21876/rcsfmit.v2i1.76>
- MIKKOLA, J.; VESTERINEN, V.; TAIPALE, R.; CAPOSTAGNO, B.; HAKKINEN, K.; NUMMELA, A. Effect of resistance training regimens on treadmill running and neuromuscular performance in recreational endurance runners. *Journal of Sports Sciences*, v. 29, n. 13, p. 1359-71, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.589467>
- OLIVEIRA, S. N. **Lazer sério e envelhecimento: loucos por corrida**. 2010. 102f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/23810>
- PEREIRA, R. H. F. A.; LIMA, W. P. Influência do treinamento de força na economia de corrida em corredores de endurance. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 4, n. 20, p. 116-35, 2010. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/corpoconsciencia/article/view/3502>
- PIACENTINI, M. F.; DE IOANNON, G.; COMOTTO, S.; SPEDICATO, A.; VERNILLO, G.; LA TORRE, A. Concurrent strength and endurance training effects on running economy in master endurance. *Journal of Strength Conditioning Research*, v. 27, n. 8, p. 2295-303, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182794485>
- ROJO, J. R.; STAREPRAVO, F. A.; CANAN, F.; MEZZADRI, F. M.; SILVA, M. M. Transformações no modelo de corridas de rua no Brasil: um estudo na Prova Rústica Tiradentes. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 25, n. 1, p. 19-28, 2017a. DOI: <https://doi.org/10.31501/rbcm.v25i1.6126>
- ROJO, J. R.; STAREPRAVO, F. A.; MEZZADRI, F. M.; SILVA, M. M. Corrida de rua: reflexões sobre o "universo" da modalidade. *Corpoconsciência*, v. 21, n. 1, p. 82-96, 2017b. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/corpoconsciencia/article/view/5090>
- ROJO, J. R.; STAREPRAVO, F. A.; SILVA, M. M. O discurso da saúde entre corredores: um estudo com participantes experientes da Prova Tiradentes. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 41, n. 1, p. 66-72, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbec.2018.03.025>
- SALGADO, J. V. V. Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes. *Conexões*, v. 4, n. 1, p. 90-9, 2006. DOI: <https://doi.org/10.20396/conex.v4i1.8637965>
- SAUNDERS, P. U.; PYNE, D. B.; TELFORD, R. D.; HAWLEY, J. A. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Medicine*, v. 34, n. 7, p. 465-85, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200434070-00005>
- SAUNDERS, P. U.; TELFORD, R. D.; PYNE, D. B.; PELTOLA, E. M.; CUNNINGHAM, R. B.; GORE, C. J.; HAWLEY, J. A. Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle- and long-distance runners. *Journal of Strength Conditioning Research*, v. 20, n. 4, p. 947-54, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1519/r-18235.1>
- SEDANO, S.; MARIN, P. J.; CUADRADO, G.; REDONDO, R. C. Concurrent training in elite male runners the influence of strength versus muscular endurance training on performance outcomes. *Journal of Strength Conditioning Research*, v. 27, n. 9, p. 2433-43, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318280cc26>
- STOZHANZL, M.; BALAS, J.; DRAPER, N. Effects of minimal dose of strength training on running performance in female recreational runners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 58, n. 9, p. 1211-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.17.07124-9>
- STOREN, O.; HELGERUD, J.; STOA, E. M.; HOFF, J. Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 40, n. 6, p. 1087-92, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318168da2f>
- TAIPALE, R. S.; MIKKOLA, J.; NUMMELA, A.; VESTERINEN, V.; CAPOSTAGNO, B.; WALKER, S.; ... ; HAKKINEN, K. Strength training in endurance runners. *International Journal of Sports Medicine*, v. 31, n. 7, p. 468-76, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0029-1243639>
- TAIPALE, R. S.; MIKKOLA, J.; VESTERINEN, V.; NUMMELA, A.; HAKKINEN, K. Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both. *European Journal of Applied Physiology*, v. 113, n. 2, p. 325-35, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2440-7>
- TURNER, A. M.; OWINGS, M.; SCHWANE, J. A. Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *Journal of Strength Conditioning Research*, v. 17, n. 1, p. 60-7, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017%3C0060:iireaw%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017%3C0060:iireaw%3E2.0.co;2)

✉ E-MAIL DOS AUTORES**João Paulo Bernardo Silva**

✉ noctivagos2016@gmail.com

Andrêza Soares dos Santos (Autor Correspondente)

✉ andrezasoassantos@hotmail.com

Diego Alcantara Borba

✉ diego.alcantara@uemg.br

Lucas Rios Drummond

✉ lucas.drummond@uemg.br

José Vitor Vieira Salgado

✉ jose.salgado@uemg.br