

INFLUÊNCIA DO TIPO DE TREINAMENTO NO DESEMPENHO DE ATLETAS CORREDORES ATRAVÉS DA ECONOMIA DE CORRIDACleyton Salvego Santos¹
Antonio Coppi Navarro²**RESUMO**

A influência de determinadas variáveis fisiológicas vem sendo comumente estudadas em relação ao desempenho de atletas. O presente estudo por meio de uma revisão de literatura sistemática pretende levantar os principais tipos de treinamento que podem influenciar no desempenho de um atleta através da economia de corrida. Variados tipos de treinamento são aplicados com o intuito de melhorar o desempenho como o treinamento de força através de pesos livres, o treinamento pliométrico, treinamento intervalado e o treinamento em altitude, a economia de corrida pode ser influenciada por fatores fisiológicos e neuromusculares assim dependendo do tipo de treinamento aplicado pode se obter inúmeros benefícios. Concluímos com esta revisão sistemática que os três tipos de treinamento pesquisados podem ser capazes de influenciar o desempenho do atleta através de uma melhoria da economia de corrida.

Palavras-chave: Corredores de Rua. Economia de Corrida. Treinamento.

ABSTRACT

Influence of the type of training performance athletes of runners through the economy running

The influence of certain physiological variables commonly been studied in relation to the performance of athletes. The present study using a systematic literature review that aims to raise the main types of training that can influence the performance of an athlete by running economy. Various types of training are applied in order to improve performance and strength training using free weights, plyometric training and altitude training, running economy can be influenced by physiological and neuromuscular so depending on the type of training applied can yield several benefits. We conclude with this systematic review that investigated three types of training may be able to influence an athlete's performance through an improved running economy.

Key words: Street corridors. Race economy. Training.

1-Pós-Graduado em Fisiologia do Exercício: Prescrição do Exercício, Brasil.

2-Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício, Brasil.

E-mail:

cleytonssantos@yahoo.com.br

ac-navarro@uol.com.br

INTRODUÇÃO

O desempenho de atletas de endurance tem sido constantemente estudado e um dos fatores importantes para um alto rendimento é a capacidade do atleta em utilizar o metabolismo aeróbio para gerar energia, sendo assim, o alto Consumo de Oxigênio Máximo (VO₂max) está diretamente relacionado ao desempenho em atividades de longa duração (Basset e Howley, 2000).

Apesar do Consumo de Oxigênio ser considerado a principal variável para prever a capacidade cardiorrespiratória do atleta, outros fatores têm sido estudados para a avaliação do desempenho como a Economia de Corrida, definida por Saunders e colaboradores (2004a) como: o dispêndio energético em uma determinada velocidade. Sendo o atleta com melhor Economia de Corrida aquele que mantiver um gasto energético menor em relação a outros atletas para a mesma velocidade (Basset e Howley, 2000).

De acordo com (Basset e Howley, 2000) o VO₂max e o Limiar de Lactato podem influenciar a Economia de Corrida, desta forma consideramos uma ótima economia de corrida um atleta com VO₂max aumentado e que consiga ter um dispêndio de energia menor no Limiar de Lactato, assim podemos perceber como o treinamento esportivo pode agir diretamente para melhorar a economia de corrida tornando-se uma importante ferramenta para o desempenho do atleta.

Midgley e colaboradores, 2007 mostraram que o treinamento esportivo além de alterações fisiológicas importante para o VO₂max como: Aumento da difusão do oxigênio na corrente sanguínea e sua utilização.

Também observaram mudanças no Limiar de Lactato como: Diminuição da concentração de lactato e o aumento a tolerância do lactato em intensidades elevadas, as alterações referentes à Economia de Corrida estão ligadas a redução da demanda de energia para o esforço.

A ótima Economia de Corrida tem sido considerada um fator primordial para a superioridade de alguns atletas de elite com os valores de Consumo Máximo de Oxigênio similar, sendo assim, o presente estudo tem a proposta de levantar os principais tipos de treinamento capazes de melhorar o

desempenho do atleta através da melhora da Economia de Corrida.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo tem como características uma revisão sistemática da literatura científica, tendo como base de busca para a pesquisa a base de dados PubMed, a pesquisa na literatura foi feita no período de novembro a dezembro de 2012 como busca para os artigos foram utilizados os seguintes parâmetros:

- a) Conter as palavras chaves no título ou resumo do artigo,
- b) Somente com humanos,
- c) Foram selecionados apenas os artigos dos últimos 10 anos.

As palavras chaves usadas para a busca dos artigos científicos e o número de artigos encontrados na busca respectivamente foram:

- Running Economy (155 artigos encontrados),
- Running Economy and Training (68 artigos encontrados).

Os critérios para a primeira seleção dos artigos que tinham um potencial para compor o estudo foram:

- a) Ser artigo original (experimental),
- b) Em sua metodologia tivesse aplicado algum tipo de treinamento,
- c) Procurasse averiguar umas das três variáveis: Vo₂max, Limiar de Lactato ou Economia de Corrida.

Após a primeira etapa de classificação dos artigos do total de 223 artigos foram selecionados apenas 23 trabalhos que havia um grande potencial para compor o estudo, todos foram lidos e criteriosamente selecionados para este estudo apenas 14 trabalhos científicos que atenderam aos critérios finais:

- a) Atletas de elite ou pessoas treinadas,
- b) Amostra composta por atletas com idade igual ou superior a 18 anos de idade.

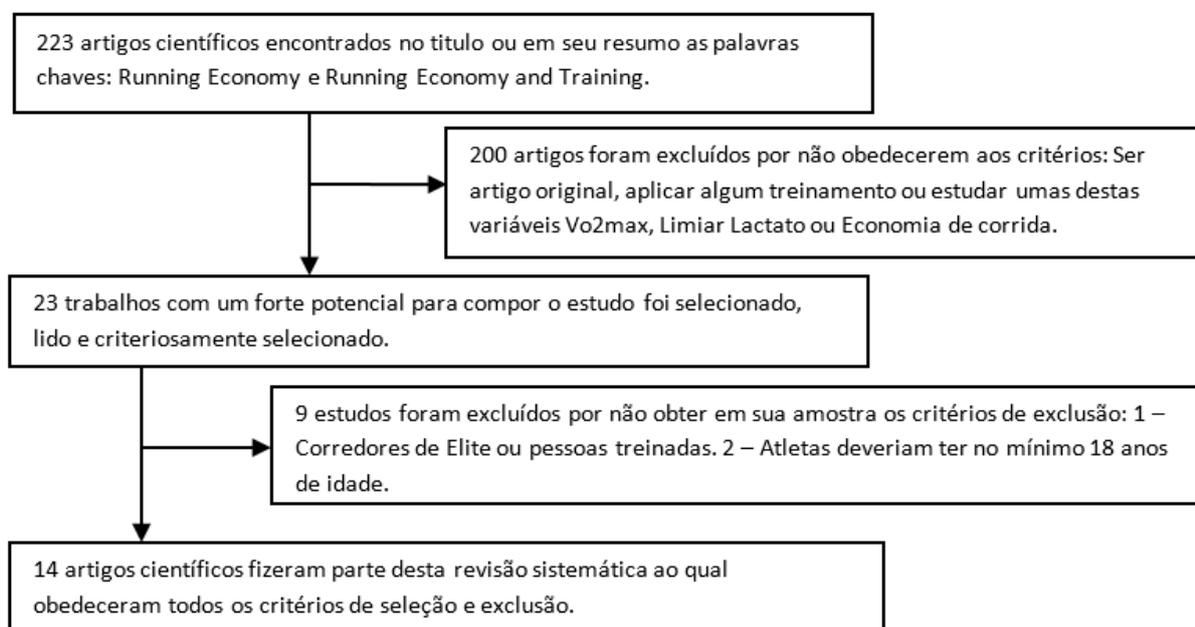


Figura 1 - Seleção dos artigos para Revisão Sistemática.

O desempenho de um atleta de endurance é afetado por vários fatores fisiológicos e biomecânicos (Basset e Howley, 2000), encontrar uma forma efetiva de melhorar esses fatores tem sido buscado pela comunidade científica através da eficiência dos tipos de treinamentos na melhora do desempenho dos atletas principalmente na Economia de Corrida (Saunders e colaboradores, 2004a).

O Treinamento Concorrente tem sido cada vez mais estudado e a combinação de endurance com outros tipos como: treinamento de força, pliométrico, em ambiente de altitude ou intervalado de alta intensidade tem

demonstrado que em atletas não treinado é possível obter uma melhora na Economia de Corrida e conseqüentemente uma melhora em seu desempenho em provas de média e longa distância. Este resultado positivo no desempenho é decorrente de adaptações fisiológicas, neuromusculares e biomecânicas, estas alterações para grupos não treinados são confirmadas pela comunidade científica, mas para grupos treinados ou altamente treinados ainda há controvérsia devendo ser estudo mais a fundo (Taipale e colaboradores, 2010; Ortiz e colaboradores, 2003; Jung, 2003).

Tabela 1 - Resumo dos estudos que utilizaram algum tipo de treinamento observando mudanças no Consumo de Oxigênio Vo2max, Limiar de Lactato ou Economia de Corrida.

Estudo	Amostra	Duração	Tipo de Treinamento	Resultado		
				Vo2max	Limiar Lactato	Economia Corrida
Treinamento de Força						
Millet e colaboradores (2002)	15 triatletas	14 semanas	treinamento pesos livres	–	–	5.3%
Turner e colaboradores (2003)	18 corredores	6 semanas	treinamento pliométrico	–	–	2-3%
Spurrs e colaboradores (2003)	17 corredores	6 semanas	treinamento pliométrico	–	–	4-6.7%
Saunders e colaboradores (2006)	15 corredores	9 semanas	treinamento pliométrico	–	–	4.1%
Storen e colaboradores (2008)	17 corredores	8 semanas	treinamento pesos livres	–	–	5%

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

Treinamento Aeróbio						
Billat e colaboradores (2002)	9 maratonistas	8 semanas	treinamento alta intensidade	5.42%	–	–
Ortiz e colaboradores (2003)	17 corredores	4 semanas	treinamento alta intensidade	–	G1-27.89% G2-31.03	G2-3.6%
Smith e colaboradores (2003)	27 atletas	4 semanas	treinamento alta intensidade	–	–	–
Denadai e colaboradores (2006)	11 corredores	4 semanas	95-100% VO ₂ max	–	–	G2-3.7%
Helgerud e colaboradores (2007)	55 corredores	8 semanas	70, 85 e 90-95% FCmax	G3-5.5% G4-7.2%	–	7.5-11.7%
Enoksen e colaboradores (2011)	26 corredores	10 semanas	treinamento alta e baixa intensidade	–	–	–
Treinamento em Altitude						
Saunders e colaboradores (2004c)	22 corredores	4-6 semanas	altitude simulada e real	–	24%	G1- 3.3%
Neya e colaboradores (2007)	25 corredores	8 semanas	altitude e nível do mar	–	–	G1-5%
Saunders e colaboradores (2009)	18 corredores	12 semanas	altitude	–	–	–

Tabela 2 - Detalhes dos estudos que compõem esta revisão sistemática.

Estudos	Amostra	Idade	Grupo Experimental	Treinamento	Grupo Controle	Comentários
Millet e colaboradores (2003)	15 triatletas de nível nacional e internacional.	21,4-24,3	Endurance + Força.	Foco Membros inferiores 2 x por semana. 3-5 series até exaustão com 3-5 repetições.	Somente treinamento aeróbio.	A cada 3 semanas era aplicado o teste 1RM para manutenção das cargas máximas.
Turner e colaboradores (2003)	8 homens e 10 mulheres treinados.	27-31	Endurance + Pliometrico.	Cada sessão era composta por 6 exercicios pliometricos, sendo de 5-25 repetições.	Somente treinamento aeróbio.	A cada semana o número de repetições era alterada.
Spurrs e colaboradores (2003)	17 corredores homens.	24	Endurance + Pliometrico.	2x 3primeiras semanas e 3x nas 3 semanas seguintes. Cada sessão com duração de 20 min de exercicios pliometricos.	Somente treino aeróbio 60-60km por semana.	–
Saunders e colaboradores (2006)	15 corredores de elite	20-30	Endurance + Pliometrico	3 sessões de treinamento pliometrico por semana, cada sessão com duração media de 30min.	Somente treinamento aeróbio com 114 km por semana.	–
Storen e colaboradores (2008)	17 atletas bem treinados 9 homens, 8 mulheres.	28.6-29.7	Endurance + Força	4 series de 4-5RM de meio- agachamento 3x semana.	Somente aeróbio devendo executar intensidades especificas.	Durante o período as repetições e a carga foram alteradas para manutenção das cargas máximas.
Billat e colaboradores (2002)	9 maratonistas de elite 5 homens, 4 mulheres.	34	Endurance + Intervalado	!!% e 7% do total de km da semana foram em intensidade de v10km ou v3km para homens e mulheres.	–	–
Ortiz e colaboradores (2003)	17 corredores bem treinados	33	Endurance + Intervalado	G1- Intensidade de 95% vVO ₂ max. G2 – Intensidade de 100% vVO ₂ max.	–	O treinamento de endurance consistiu de 60min a 70%Vo ₂ max.
Smith e colaboradores (2003)	27 atletas. 20 corredores meia-distância, 2 corredores de 10km e 5 triatletas.	25	Endurance + Intervalado	G1 – Duração de 60% Tmax. G2 – Duração de 70% Tmax. Ambos com intensidade do vVO ₂ max.	Somente treinamento aeróbio baixa intensidade longa duração.	A intensidade para ambos os grupos foi a mesma, alterando o tempo de duração de acordo com o Tmax.

Denadai e colaboradores (2006)	17 atletas bem treinados.	27.4	Endurance + Intervalado	G1 – Intensidade de 95% vVo2ma, com 4 intervalos por sessão. G2 – Intensidade de 100% vVo2max com 5 intervalos por sessão. Para ambos 1 corrida de 2x 20min a 60% vVo2max.	Somente aeróbio. Intensidade de 60-70%vVo2max com duração de 45-60min.	–
Helgerud e colaboradores (2007)	40 atletas.	24.6	Endurance + Intervalado	G1 – Corrida contínua a 70%FCmax. G2 – Corrida no Limiar de Lactato a 85%FCmax. G3 – 45 tiros de 15s a 90-95%FCmax. G4 – 4 tiros de 4min a 90-95%FCmax.	–	O estudo iniciou com 55 atletas mas restaram apenas 40.
Enoksen e colaboradores (2011)	26 atletas bem treinados.	19.9	Endurance + Intervalado	G1 – alto volume (70km) e baixa intensidade (65-82%FCmax). G2- alta intensidade (82-92%FCmax) e baixo volume (50km). Ambos os grupos 6x semana.	–	–
Saunders e colaboradores (2004c)	22 corredores de elite homens.	24.9	Endurance + Hipoxia	G1 -10 atletas passavam 5 noites em Hipoxia simulada e 2 noites em nível do mar por 4 semanas. G2- 10 atletas viviam e treinavam em altitude moderada por 20 dias e	Grupo Controle 13 atletas que viviam e treinavam a nível do mar.	–
Neya e colaboradores (2007)	25 corredores de média e longa distância.	21	Endurance + Hipoxia	Grupo1 -apenas dormiu em Hipoxia Simulada e treinou ao nível do mar. Grupo 2 - dormia em suas casas e treinavam ao nível do mar mas treinaram 12dias na esteira por 30min em hipoxiadurante os 31 dias	Dormia e treinava ao nível do mar.	–
Saunders e colaboradores (2009)	18 corredores de elite de média e longa distância.	23-27	Endurance + Hipoxia	Passaram 5 dias por semana em uma camara simulando altitude e 2 dias ao nível do mar.	Vivia e Treinavam ao nível do mar.	–

Treinamento de Força

O treinamento de Força tem sido constantemente estudado para poder beneficiar os atletas e seus treinadores, contudo sabemos que o treinamento de força em geral pode trazer inúmeros benefícios como a melhora de variáveis fisiológicas entre elas VO2max, Limiar de lactato, Economia de Corrida e fatores Neuromusculares influenciando o desempenho de atletas não treinados por suas adaptações ao treinamento serem mais rápidas e fáceis.

Em contrapartida para atletas altamente treinados a comunidade científica tem mostrado que o treinamento de força e pliométrico têm gerado melhoras significativas na Economia de Corrida e que os possíveis fatores para esta melhora sejam neuromusculares, contudo é necessário um estudo a fundo para confirmar esta hipótese (Millet e colaboradores, 2002; Ferraut e colaboradores, 2010; Mikkola e colaboradores, 2012; Taipale e colaboradores, 2010).

Atletas com alto desempenho têm a capacidade de se manter em elevadas intensidades por longos períodos, além de

possuir um alto valor para o VO₂max e uma ótima Economia de Corrida, apesar da influência destes variáveis fatores neuromusculares como: Força, aumento do recrutamento de fibras musculares, melhora na geração e utilização de força pela contração muscular, podem estar diretamente ou indiretamente ligado ao rendimento destes atletas.

Para Jung (2003) os principais treinamentos de força que auxiliam no desempenho do atleta são: o treinamento de força tradicional com pesos livres, o treinamento de força explosiva mais comumente conhecido como treinamento pliométrico, treinamento em Circuito e por último o treinamento de alta intensidade com movimentos específicos do esporte, contudo, em nosso estudo através dos resultados obtidos com a revisão sistemática nos limitamos a analisar o treinamento de força tradicional e o pliométrico.

De acordo com Nummela e colaboradores (2006) o desempenho, a distância da corrida e a Economia de Corrida estão relacionados a fatores neuromusculares como a capacidade do indivíduo de produzir e utilizar a força gerada pela contração muscular e o recrutamento de fibras musculares.

Yamamoto e colaboradores (2008) referem à melhora no desempenho de atletas de corrida cross-country ao treinamento de endurance combinado com o treinamento de força através de pesos livres, mas ressalta que o treinamento de força por si só não há efeito sobre o desempenho do atleta.

Observando a Tabela 1 em seu estudo Storen e colaboradores (2008) apresentaram uma melhora de 5% na Economia de Corrida a uma intensidade de 70% do Vo₂max em atletas de corrida bem treinados, aplicando um treinamento de força tradicional apenas para membros inferiores por 8 semanas, observaram também que a melhora na Economia de Corrida não foi acompanhada por um aumento no valor do VO₂max e Limiar de Lactato caracterizando uma melhora nas características neuromusculares de recrutamento de fibras musculares e geração de força através da contração muscular, seguindo seus resultados Millet e colaboradores (2002) apresentaram uma melhora de 5.3% na Economia de Corrida para triatletas que participaram de um treinamento de força com pesos livres por 14 semanas

com series de no máximo 5 repetições com foco no membro inferior, essa melhora na Economia de Corrida não foi apresentada para o VO₂max e Limiar de Lactato.

De acordo com Basset e Howley (2000) a Economia de Corrida é influenciada por vários fatores fisiológicos como o Vo₂max e Limiar de Lactato, entretanto, os estudos de Millet e colaboradores (2002) e Storen e colaboradores (2008) obtiveram uma melhora significativa no desempenho e Economia de Corrida sem observar alterações no VO₂max e Limiar de Lactato combinando um treinamento de endurance ao de força tradicional, destacando Nummela e colaboradores (2006) relacionando os fatores neuromusculares como: Geração e utilização de energia e um melhor recrutamento de unidades motoras como determinantes para o rendimento e melhora do desempenho.

Turner e colaboradores (2003) aplicando juntamente ao treinamento de endurance sessões de treinamento pliométrico que consistiam em: saltos com duração de 10-15 minutos por cinco (5) semanas, observaram uma melhora de 2-3% na Economia de Corrida, mas não houve nenhuma alteração para o VO₂max e Limiar de Lactato, seguindo seus resultados Saunders e colaboradores (2006) apresentaram uma melhora de 4.1% para Economia de Corrida seguido de nenhuma alteração para o VO₂max e Limiar de Lactato, devendo ressaltar a diferença de amostra utilizada em ambos os estudos Turner e Colaboradores (2003) aplicaram em atletas moderadamente treinados por cinco semanas, enquanto Saunders e colaboradores (2006) em atletas altamente treinados por nove semanas com sessões de 30 minutos de duração.

Em seu estudo Saunders e colaboradores (2006) obtiveram uma melhora no desempenho de atletas de elite com a adição de treinamento pliométrico sem alterar as variáveis de VO₂max e Limiar de Lactato apresentando que possíveis adaptações neuromusculares foram responsáveis na melhora da Economia de Corrida destes atletas, já Spurrs e colaboradores (2003) conseguiram uma melhora de 4-6.7% na Economia de corrida com apenas seis (6) semanas de sessões de 20 minutos de treinamento pliométrico sem alterar o VO₂max e Limiar de Lactato, assim passamos a perceber que fatores neuromusculares podem

ser importantes para o desempenho como colocado por Nummela e colaboradores (2006).

Yamamoto e colaboradores (2008) mostraram em uma revisão sistemática dos vários tipos de treinamento e sua influência para o desempenho e confirmaram que o treinamento de força tradicional com pesos livres melhora o desempenho em atletas destreinados necessitando serem estudados melhor os efeitos em atletas altamente treinados, contudo o treinamento pliométrico é bastante encontrado e nos mostra que sua aplicação pode influenciar o desempenho melhorando a economia de corrida.

Treinamento Aeróbio Intervalado

Caputo e colaboradores (2009) ressaltaram que o metabolismo energético pode ser dividido em sistema Anaeróbio Alático caracterizado pela quebra da Creatina Fosfato (CP), sistema Anaeróbio Láctico onde o mesmo faz combustão parcial de Glicose e Glicogênio gerando ácido láctico e tendo a sua respectiva remoção e o sistema Aeróbio responsável principalmente pela combustão completa de Glicose e Glicogênio, Gordura na presença de Oxigênio, cada metabolismo tem a sua participação durante o exercício seja ele submáximo ou máximo, assim percebemos a importância do tipo de treinamento para fazer com que os atletas consigam ao máximo se utilizar das adaptações do treinamento para conseguir usufruir de cada metabolismo.

A comunidade científica tem demonstrado que o treinamento aeróbio de alta intensidade mais precisamente o treinamento intervalado auxilia o ganho de desempenho através da melhora da Economia de Corrida sem alterações no VO₂max, apesar de alguns estudos não demonstrarem nenhuma melhora no desempenho, devendo analisar qual intensidade, tipo de atletas submetidos e os procedimentos adotados para analisar os resultados (Jung e colaboradores, 2003).

Em seu estudo Denadai e colaboradores (2006) trabalhando com atletas bem treinados os submeteu a quatro (4) semanas de treinamento intervalado ao qual um Grupo treinava a 95% do VO₂max de intensidade e o outro Grupo a 100% VO₂max de intensidade, após quatro semanas de treinamento observou uma melhora de 2-3%

na Economia de Corrida nos atletas que foram submetidos ao treinamento com intensidade a 100% VO₂max, sem nenhuma alteração no VO₂max e Limiar de Lactato, ao qual colocou como a Velocidade aumentada para o VO₂max como fator de contribuição para tal fato e que fatores Neuromusculares apesar de não terem sido estudados podem ter influenciado nos resultados.

Também seguindo o treinamento intervalado Ortiz e colaboradores (2003) aplicaram por quatro (4) semanas com intensidades de 95%VO₂max e 100%VO₂max observaram melhora apenas no grupo que foi submetido ao treinamento intervalado de intensidade de 100%VO₂max com uma melhora de 3.6% na Economia de Corrida, além desta melhora Ortiz e colaboradores (2003) também observaram uma mudança no Limiar de Lactato de seus atletas para o Grupo 95%VO₂max 27.89% e para o Grupo 100%VO₂max 31.03.

Billat e colaboradores (2002) através de um treinamento com maratonista de elite colocando sessões de treinamento de acordo com a velocidade referente à maratona, meia maratona, 10 km e 3 km no período pré-competitivo após oito (8) semanas a única mudança ocorrida foi no VO₂max aumento de aproximadamente 5.42% e não encontraram nenhuma alteração no Limiar de Lactato e Economia de Corrida, no entanto Enoksen e colaboradores (2011) não mostraram nenhuma alteração nas variáveis VO₂max, Limiar de Lactato e Economia de Corrida após submeter atletas bem treinados a 10 semanas de treino, seu estudo foi dividido em um Grupo de Alta Intensidade e Baixo Volume ao qual tinha um total de 50 km por semanas, sendo, 33% do volume semanal em uma intensidade de 82-92%FCmax e o restante a 65-82%FCmax, já o Grupo de Baixa Intensidade e Alto Volume tinha um total de 70km por semana, sendo, 13% do total do volume semanal a 82-92%FCmax e o restante a 65-82%FCmax, para Smith e colaboradores (2003) também não houve alteração no VO₂max e Limiar de Lactato mas conseguiram melhorar o desempenho dos atletas no tempo de 3km com o treinamento intervalado com intensidade de velocidade do consumo máximo de oxigênio (vVO₂max) e com duração de 60% do tempo limite máximo que os atletas conseguiram manter a intensidade de vVO₂max.

De acordo com Lucas, Denadai e Greco (2009) o treinamento intermitente máximo e submáximo melhora o VO₂max, aumenta atividades enzimáticas, estimula a o aumento de lactato sanguíneo e consequentemente sua remoção capacitando o organismo do atleta a remover uma maior quantidade de lactato que em atletas não treinados e o conjunto destes fatores melhoram o desempenho, assim os estudos mostram que o treinamento intervalado de alta intensidade dependendo do modelo que se seguir e a duração do estímulo pode-se alterar as variáveis como VO₂max, Limiar de Lactato e Economia de Corrida influenciando assim para um melhor desempenho.

Treinamento em Altitude

Quando falamos em alto rendimento pequenas alterações podem influenciar no desempenho para se conquistar a vitória, contudo o treinamento em altitude apesar de serem controversos seus resultados tem sido muito buscado como uma alternativa para melhorar o desempenho dos atletas, sendo muitos os fatores que podem influenciar nos benefícios do treinamento em altitude como: A própria altitude, tempo de permanência, a metodologia de treinamento utilizada e dentre os benefícios do treinamento em altitude podemos ressaltar o aumento a tolerância ao lactato, aumento do VO₂max e também um aumento das atividades na mitocôndria (Saunders e colaboradores, 2009).

A principal melhora nos estudos encontrados foi na Economia de Corrida, Neya e colaboradores (2007) durante quatro semanas analisaram o efeito da permanência em altitude no desempenho de atletas, seu estudo foi dividido em um grupo que dormia em altitude simulada e treinavam em nível do mar e outro grupo que dormia em suas residências e treinavam em nível do mar e também foram submetidos a uma corrida de 30 minutos em esteira por um período de 12 dias em altitude simulada, em seus resultados observaram que apenas o grupo que dormiu em altitude simulada obteve uma melhora na Economia de Corrida em 5%, acompanhando seu estudo Saunders e colaboradores (2009) também encontraram melhoras na Economia de Corrida em seus atletas após aproximadamente 12 semanas onde o grupo que ficou em altitude passava 5 dias em

altitude simulada e 2 dias ao nível do mar, mostrando assim que o treinamento em altitude pode influenciar de forma positiva no desempenho do atleta através da melhora da Economia de Corrida, estes estudos não encontraram nenhuma alteração no VO₂max e Limiar de Lactato.

De acordo com Saunders e colaboradores (2009) as alterações decorrentes do treinamento em altitude são determinadas por inúmeros fatores como tempo de permanência, tipo de treinamento podemos observar que as metodologias dos trabalhos encontrados são diferentes, talvez o tempo de permanência pudesse ser maior ou uma permanência contínua dos atletas vivendo e treinamento em altitude pudessem alterar essas variáveis.

Em seu estudo Saunders e colaboradores (2004c) após os atletas dormirem em altitude simulada por um período de 6 semanas observou uma melhora significativa de 3.3% para Economia de Corrida e 24% para o Limiar de Lactato acarretando uma melhora de performance dos atletas por conseguirem permanecer por um período maior em intensidades elevadas.

Economia de Corrida

A Economia de Corrida está relacionada ao Consumo de Oxigênio e a Velocidade de Corrida sendo definida como uma determinada exigência energética em uma velocidade submáxima (Morgan e Craib, 1992).

Um atleta é considerado eficiente em sua Economia de Corrida quando o Consumo de Oxigênio for menor em uma determinada velocidade, ou seja, seu gasto energético para a velocidade é menor (Bosquet e colaboradores, 2002).

Apesar do Consumo de Oxigênio ser considerada a principal variável para determinar a capacidade aeróbia do atleta e a capacidade de manter uma elevada porcentagem do VO₂max por longo período, a Economia de Corrida vem sendo considerada um excelente preditor para avaliar e caracterizar o desempenho do atleta e alguns estudos mostraram que para determinadas distâncias a Economia de Corrida acaba tendo um nível de importância ainda maior em relação a outras variáveis fisiológicas (Forster e Lucia, 2007), podemos destacar alguns

fatores que influenciam a Economia de Corrida como Consumo de Oxigênio, Metabolismo Muscular e Limiar Anaeróbio (Saunders e colaboradores 2004a).

De acordo com (Saunders e colaboradores 2004b) a Economia de Corrida é obtida através de teste feitos em laboratórios e com os avanços tecnológicos também há a possibilidade de se obter a economia de corrida em campo, durante o treinamento e em competições isso alguns trabalhos tem buscado, pois alguns fatores como meio ambiente, experiência do atleta com a mecânica do movimento na esteira e no solo pode influenciar os dados.

Economia de Corrida e Desempenho

A Economia de Corrida é considerada uma variável fisiológica importante para a determinação de desempenho do atleta, visto que o Consumo de oxigênio apesar de ser um determinante fisiológico do desempenho de atletas de endurance quando comparado com grupos homogêneos não se tem muita distinção entre os atletas (Daniels e Daniels, 1992; Denadai, Ortiz e Mello, 2004).

Estudos têm mostrado que há uma variabilidade individual para a Economia de Corrida entre indivíduos bem treinados que pode chegar a ser maior que 15% mesmo para um VO₂max semelhante, fazendo com que o atleta consiga manter por um período mais longo a intensidade elevada gastando uma quantidade menor de energia evidentemente tendo um desempenho superior em relação a atletas que não possuem uma boa Economia de Corrida.

Para Saunders e colaboradores (2004b) a variação individual chegou a 2.4% na Economia de Corrida quando comparado em velocidades submáximas de 14, 16 e 18 km/h com atletas de elite e altamente treinados.

A tabela 1 mostra os variados tipos de treinamento que influenciam na melhora da economia de corrida, dentre os principais resultados temos a melhora da Economia de Corrida sem alteração no VO₂max e o Limiar de Lactato apenas Billat e colaboradores (2002), Ortiz e colaboradores (2003) e Helgerud e colaboradores (2007) conseguiram observar mudanças no VO₂max, Limiar de Lactato e VO₂max respectivamente em seus estudos, contudo os estudos colocam como

hipótese para a melhora da Economia de Corrida mudanças neuromuscular como: Melhor recrutamento de unidades motoras, aumento da atividade nas mitocôndrias, melhor aproveitamento da força produzida já que poucos trabalharam mostraram uma melhora da Economia de Corrida juntamente com VO₂max ou Limiar de lactato.

Para Nummela e colaboradores (2006) o desempenho dos 5 km e a Economia de Corrida está relacionada a fatores neuromusculares como a melhor produção e utilização de força, melhor ativação e recrutamento das unidades motoras, ressaltando que os estudos não consideraram estas variáveis em sua metodologia. Para a melhora da Economia de Corrida podemos ressaltar o trabalho de força de Storen e colaboradores (2008) com pesos livres e Saunders e colaboradores (2006) com treinamento pliométrico ambos os trabalhos conseguiram uma significativa melhora de 4-5%, com maior número de trabalhos publicados em nossa pesquisa o treinamento intervalo foi responsável por uma melhora de até 11% da Economia de Corrida utilizando intensidades relacionadas à Frequência Cardíaca Máxima de 80-95%FC_{max} mostrando um método altamente eficaz para a melhora do desempenho do atleta, entretanto estudos como de Enoksen e colaboradores (2011) não encontraram nenhuma melhora nas variáveis estudadas, seguindo este resultado Billat e colaboradores (2002) observaram melhora apenas no VO₂max, devendo ressaltar as metodologias diferentes aplicadas em cada estudo, o tempo de duração do treinamento e as condições e época do treinamento, somente Ortiz e colaboradores (2003) obteve além da melhora na Economia de Corrida uma melhora no Limiar de Lactato.

Consumo de Oxigênio

O VO₂max é considerado um indicador de desempenho excelente, porque a capacidade do ser humano para realizar exercícios de longa e média duração depende principalmente do metabolismo aeróbio. Sendo assim, este tipo de avaliação é considerado um índice perfeitamente satisfatório como referência para classificar a capacidade funcional cardiorrespiratória, especialmente em atletas. A principal variável utilizada para

determinação da aptidão cardiorrespiratória do atleta é o consumo de oxigênio (VO₂), uma medida objetiva da capacidade funcional, ou seja, da capacidade do organismo em ofertar e utilizar o oxigênio para a produção de energia. Sendo também este tipo de avaliação acompanhado pelas análises da produção de gás carbônico (VCO₂).

O Consumo de Oxigênio é obtido através de um método bem difundido conhecido como ergoespirometria, considerado um método não invasivo utilizado para avaliar o desempenho físico ou a capacidade funcional de um indivíduo, conciliando análise de gases espirados e variáveis respiratórias (Barros Neto e colaboradores, 2001; Silva e colaboradores 2005; Mortimer, 2006; Lima e colaboradores 2005; Granja Filho e colaboradores, 2005).

Em nosso estudo é possível observar que o melhor método para conseguir a melhora desta variável é o treinamento aeróbio de alta intensidade, onde dos cinco (5) trabalhos estudados dois (2) conseguiram uma melhora significativa no VO₂max sendo Billat e colaboradores (2002) e Helgerud e colaboradores (2007). Guglielmo e colaboradores (2005) destacaram em seu estudo que o VO₂max foi à única variável relacionada à Economia de Corrida e que pode explicar em partes a interindividualidade entre os atletas não havendo nenhuma relação com a força máxima e explosiva para atletas de endurance. Basset e colaboradores (2000) mostraram que o treinamento aeróbio além de alterações metabólicas aumentou as atividades de enzimas dentro da mitocôndria sendo uma mudança que pode influenciar no desempenho do atleta e colocam como fator limitante para a performance o fato do atleta não conseguir manter por muito tempo a intensidade da atividade acima do VO₂max.

Limiar de Lactato

Em treinamentos para modalidades de endurance o lactato tem sido muito utilizado para a prescrição da intensidade do exercício, pois seu acúmulo na corrente sanguínea pode desencadear inúmeros fatores que alteram o equilíbrio do organismo podendo acarretar na fadiga muscular (Caputo e colaboradores, 2009; Basset e colaboradores, 2000). O Limiar de Lactato é definido como o aumento de lactato em relação a valores de repouso em

exercícios de carga crescente podendo ser chamado de Limiar Aeróbio (Faude e colaboradores, 2009). Ortiz e colaboradores (2003) através de um treinamento intervalado de alta intensidade conseguiram mudanças significativas tanto na Economia de Corrida como no Limiar de Lactato de seus atletas como podemos observar na tabela 1.

De acordo com Caputo e colaboradores (2009) o Limiar de Lactato e também a Máxima Fase Estável do Lactato através da resposta do lactato no sangue são capazes de diferenciar o melhor e o pior atleta referente ao seu desempenho até mesmo em atletas de elite, se tornando um excelente preditor de desempenho para atividades de longa duração, com este parâmetro a melhora de tal limiar pode influenciar positivamente no desempenho do atleta.

CONCLUSÃO

Concluimos com esta revisão sistemática que os três tipos de treinamento pesquisados podem ser capazes de influenciar o desempenho do atleta através de uma melhora da economia de corrida

REFERÊNCIA

- 1-Barros Neto, T. L.; Tebexreni, A. S.; Tambeiro, V. L. Aplicações práticas da ergoespirometria no atleta. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo, São Paulo. Vol. 11. Núm. 3. p.695-705. 2001.
- 2-Bassett Junior, D. R.; Howley, E.T. Limiting Factors for Maximum Oxygen Uptake and Determinants of Endurance Performance: Medicine Science Sports Exercise. Vol. 32. Núm. 1. p.70-84. 2000.
- 3-Billat, V.; Dermanle, A.; Paiva, M.; Koralsztein, J.P. Effect of Training on the Physiological Factors of Performance in Elite Marathon Runners (Males and Females). International Journal Sports Medicine. 2002. Vol. 23. p.336-341.
- 4-Bosquet, L.; Léger, L.; Legro, P. Methods to Determine Aerobic Endurance. Sports Medicine. Vol. 32. Núm. 11. p. 675-700. 2002.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

5-Caputo, F.; Oliveira, M.F.M.; Greco, C.C.; Denadai, B.S. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 11. Núm. 1. p.94-102. 2009.

6-Daniels, J.; Daniels, N. Running economy of elite male and elite female runners. *Medicine Science Sports Exercise*. Vol. 24. p.483-489. 1992.

7-Denadai, B.S.; Ortiz, M.J.; Mello, M.T. Índices fisiológicos associados com a "performance" aeróbia em corredores de "endurance": efeitos da duração da prova. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 10. Núm. 5. p.401-404. 2004.

8-Denadai, B.S.; Ortiz, M.J.; Greco, C.C.; Mello, M.T. Interval training at 95% and 100% of the velocity at VO₂ max: effects on aerobic physiological indexes and running performance. *Apply Physiology Nutrition and Metabolism*. Vol. 31. p.1-7. 2006.

9-Enoksen, E.; Shalfawi, S.A.; Tonnessen, E. The effect of high- vs. low-Intensity training on aerobic capacity in well-trained male middle-distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Núm. 3. p.812-818. 2011.

10-Faude, O.; Kindermann, W.; Meyer, T. Lactate Threshold Concepts. How Valid are They? *Sports Medicine*. Vol. 39. Núm. 6. p. 469-490. 2009.

11-Ferraut, 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*. Vol. 24. Núm. 10. p.2770-2778. 2010.

12-Foster, C.; Lucia, A. Running economy - the forgotten factor in elite performance. *Sports Medicine*. Vol. 37. Núm. 4-5. p.316-319. 2002.

13-Granja Filho, P.C.N.; Pompeu, F.A.M.S.; Souza e Silva, A.P.R. A acurácia da Determinação do VO₂max e do limiar anaeróbio. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 11. Núm. 3. p. 167-171. 2005.

14-Guglielmo, L.G.A.; Greco, C.C.; Denadai, B.S. Relação da potência aeróbica máxima e da força muscular com a economia de corrida em atletas de endurance. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 11. Núm. 1. p.53-56. 2005.

15-Helgerud, J.; Hoydal, K.; Wang, E.; Karlsen, T.; Berg, P.; Bjerkaas, M.; Simonsen, T. Helgesen, C.; Hjorth, N.; Bach, R.; Hoff J. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine Science Sports Exercise*. Vol. 39. Núm. 4. p.665-671. 2007.

16-Jung, A.P. The Impact of Resistance Training on Distance Running Performance. *Sports Medicine*. Vol. 33. Núm. 7. p.539-552. 2003.

17-Lima, A.M.J.; Silva, D.V.G.; Souza, A.O.S. Correlação entre as medidas direta e indireta do VO₂max em atletas de futsal. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 11. Núm. 3. p.164-166. 2005.

18-Midgley, A.W.; McNaughton. L.R.; Jones, A.M. Training to Enhance the Physiological Determinants of Long-Distance Running Performance. *Sports Medicine*. Vol. 37. Núm. 10. p.857-880. 2007.

19-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. *Journal Sports Science*. Vol. 29. Núm. 13. p.1359-1371. 2011.

20-Millet, G. P.; Jaouen, B.; Borrani, F.; Candau, R. Effects of Concurrent Endurance and Strength Training on Running Economy and VO₂ Kinetics. *Medicine Science Sports Exercise*. Vol. 34. Núm. 8. p.1351-1359. 2002.

21-Morgan, D.W.; Craib, M. Physiological aspects of running economy. *Medicine Science Sports Exercise*. Vol. 24. Núm. 4. p.456-461. 1992.

22-Mortimer, L.; Condessa, L.; Rodrigues, V.; Coelho, D.; Soares, D.; Silami-Garcia, E. Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

no segundo tempo do jogo de Futebol. Revista Portuguesa de Ciência do Desporto. Vol. 6. Núm. 2. p.154-159. 2006.

23-Neya, M.; Enoki, T.; Kumai, Y.; Sugoh, T.; Kawahara, T. The effects of nightly normobaric hypoxia and high intensity training under intermittent normobaric hypoxia on running economy and hemoglobin mass. Journal Apply Physiology. Vol. 103. Núm. 3. p.828-834. 2007.

24-Nummela, A.T.; Paavolainen L.M.; Sharwood, K.A.; Lambert, M.I.; Noakes, T.D.; Rusko, H.K. Neuromuscular factors determining 5 km running performance and running economy in well-trained athletes. Europe Journal Apply Physiology. Vol. 97. p.1-8. 2006.

25-Ortiz, M.J.; Denadai, B.S.; Stella, S.; Mello, M.T. Efeitos do Treinamento Aeróbio de Alta Intensidade Sobre a Economia de Corrida em Corredores de Endurance. Revista Brasileira de Ciência e Movimento. Vol. 11. Núm. 3. p. 53-56. 2003.

26-Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., & Hawley, J. A. Factors affecting running economy in trained distance runners. Sports Medicine. Vol. 34. Núm. 7. p. 465-485. 2004a

27-Saunders, P.U.; Pyne, D.B.; Telford, R.D.; Hawley, J.A. Reliability and Variability of Running Economy in Elite Distance Runners. Medicine Science Sports Exercise. Vol. 36. Núm. 11. p.1972-1976. 2004b.

28-Saunders, P. U.; Telford, R.D.; Pyne, D.B.; Cunningham, R.B.; Gore, C.J.; Hahn, A.G.; Hawley, J.A. Improved running economy in elite runners after 20 days of simulated moderate-altitude exposure. Journal Apply Physiology. Vol. 96. p.931-937. 2004c.

29-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 and Conditioning Research. Vol. 20. p. 947-954. 2006.

20-Saunders, P.U.; Telford, R.D.; Pyne, D.B., Hahn, A.G., Gore, C.J. Improved running

economy and increased hemoglobin mass in elite runners after extended moderate altitude exposure. Journal of Science and Medicine in Sport. Vol. 12. p.67-72. 2009.

21-Silva, F.N.C.; Santhiago, V.; Gobatto, C.A. Comparação entre métodos invasivos e não invasivo de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 11. Núm. 4. p.233-237. 2005.

22-Smith, T.P.; Coombes, J.S.; Geraghty, D.P. Optimising Hight-Intensity Treadmill Training Using the Running Speed at Maximal O₂ Uptake and the Time for Which this can be maintained. Europe Journal Apply Physiology. Vol. 89. p.337-343. 2003.

23-Spurrs, R.W.; Murphy, A.J.; Watsford, M.L. The effect of plyometric training on distance running performance. Europe Journal Apply Physiology. Vol. 89. p.1-7. 2003.

24-Storen, O.; Helgerud, J.; Stoa, E.M.; Hoff, J. Maximal Strength training improves running economy in distance runners. Medicine Science Sports Exercise. Vol. 40. Núm. 6. p.1087-1092. 2008.

25-Taipale, R.S.; Mikkola, J.; Nummela, A.; Vesterinen, V.; Capostagno, B.; Walker, S.; Gitonga, D.; Kraemer, W.J.; Häkkinen, K. Strength training in endurance runners. International Journal Sports Medicine. Vol. 31. Núm. 7. p.468-76. 2010.

26-Turner, A.M.; Owings, M.; Schwane, J.A. Improvement in running economy after 6 weeks of Plyometric training. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 17. Núm. 1. p.60-67. 2003.

27-Yamamoto, L.M.; Lopez, R.M.; Klau, J.F.; Casa, D.J.; Kraemer, W.J.; Maresh, C.M. The Effects of Resistance Training on Endurance Distance Running Performance Among Higly Trained Runners: A Systematic Review. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 22. Núm. 6. p.2036-2044. 2008.

Recebido para publicação 23/06/2014
Aceito em 03/09/2014