

**DANIEL PETERSON RODRIGUES**

**O TREINAMENTO DE FORÇA COMO INTERVENÇÃO NA ECONOMIA DE CORRIDA: UMA REVISÃO CONCEITUAL**



Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

**CURITIBA  
2014**

**DANIEL PETERSON RODRIGUES**

**O TREINAMENTO DE FORÇA COMO INTERVENÇÃO NA ECONOMIA DE  
CORRIDA: UMA REVISÃO CONCEITUAL**

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Orientador: Dr. OLDEMAR MAZZARDO JR.

**CURITIBA  
2014**

***“O verdadeiro heroísmo é extremamente sóbrio, muito pouco dramático. Não é a vontade de superar todos os outros a qualquer custo, mas o desejo de servir aos outros a qualquer custo”.***

***Arthur Ashe***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus.

Agradeço a meus pais, Manoel Severiano Rodrigues e Maria Helena Rodrigues, que sempre confiaram em mim e apoiaram a minha profissão.

Agradeço aos meus irmãos, Alexandre Rodrigues e Paulo Marcelo Rodrigues pela amizade incondicional.

Agradeço a minha noiva e amiga, Bianca A. Lombardi por todo carinho e apoio.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial ao professor Dr. Oldemar Mazzardo, que me ajudou muito na conclusão deste trabalho.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíam para que eu concluísse o Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia.

## **RESUMO**

O principal índice da avaliação de performance de endurance é o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2^{\text{máx.}}$ ). Contudo existem evidências de que com o tempo o  $VO_2^{\text{máx}}$  venha se estabilizar, com subsequente melhora em índices submáximos, tais como a economia de corrida (EC). A EC é normalmente definida como a demanda de energia para uma determinada velocidade de corrida submáxima, e é determinada pela medida do consumo de oxigênio  $VO_2$  em estado estável. Para aperfeiçoar os índices associados à performance da endurance o treinamento aeróbio é o caminho mais utilizado. No entanto, recentemente, estudos de intervenção tem investigado os efeitos que fatores anaeróbios, mais especificamente o treinamento de força (TF), podem ter no desenvolvimento da performance de corredores. Foi realizada uma revisão conceitual de literatura, utilizando artigos científicos de revistas indexadas abordando o tema do treinamento de força na economia de corrida. A estratégia de pesquisa baseou-se numa combinação de quatro parâmetros de pesquisa: variável independente (economia de corrida), variável dependente (treinamento de força), população de interesse (corredores destreinados, moderadamente treinados e atletas de elite) e faixa etária (a partir de 18 anos) de ambos os sexos. A presente revisão, demonstra que o TF pode ser utilizado juntamente com o treinamento de endurance (TE) para melhorar a performance do atleta de corrida de fundo através de uma melhoria direta na EC. Também destacamos que a pliometria apresenta o maior número de estudos e os melhores resultados.

Palavras chave : Treinamento de Força, Economia de Corrida e Performance.

## ABSTRACT

The main assessment index for endurance performance is the maximal oxygen consumption ( $VO_2^{\text{máx}}$ ). There is evidence that over time  $VO_2^{\text{máx}}$  will stabilize, with subsequent improvements in submaximal indices such as running economy (RE). RE is usually defined as the energy demand for a given submaximal running speed, and is determined by measuring the  $VO_2$  in the steady state. To refine these indices aerobic training is the most used way. However, recently, interventional studies have investigated the effects of incorporating anaerobic components, such as strength training, to improve the performance of runners. A conceptual review of the literature was performed using research articles in indexed journals addressing the topic of strength training on RE. The search strategy was limited to these components: independent variable (running economy), the dependent variable (strength training), the population of interest (untrained runners, moderately trained and elite athletes of both sexes). This review demonstrates that strength training can be used along with the endurance training to improve athletic performance of long distance runners through a direct improvement in RE. We also highlight that plyometric training has the largest number of studies and the best results.

Keywords: Strength Training, Running Economy and Performance.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. METODOLOGIA.....	11
3. DESENVOLVIMENTO.....	13
3.1 O ATP E AS FONTES DE ENERGIA PARA A CONTRAÇÃO MUSCULAR.....	13
3.2 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO .....	16
3.2.1 Endurance.....	17
3.3 TREINAMENTO DE FORÇA .....	18
3.3.1 Treinamento Concorrente.....	21
3.4 ECONOMIA DE CORRIDA.....	23
3.4.1 Economia de Corrida e Performance.....	25
3.4.2 Efeitos do Treinamento de Força na Economia de Corrida .....	26
4. CONCLUSÃO.....	33
REFERENCIAS.....	35

## 1. INTRODUÇÃO

Os esforços para entender a fisiologia humana através de estudos com atletas campeões e seus desempenhos durante os recordes acontecem a mais de um século. Para os esportes de endurance existem três variáveis fundamentais: o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2^{\text{máx}}$ ), o limiar de lactato (LT) e a economia de corrida (EC) (JOYNER & EDWARD, 2008). Esses índices têm merecido a atenção de vários pesquisadores na prescrição e controle dos efeitos do treinamento para a predição da performance aeróbia. O índice que frequentemente é usado para indicar a aptidão aeróbia é o  $VO_2^{\text{máx}}$ , que pode ser definido como a maior taxa na qual o oxigênio pode ser captado da atmosfera e utilizado pelo corpo durante o exercício severo (DENADAI, 2005).

A magnitude do aumento no  $VO_2^{\text{máx}}$  resultante do treinamento de endurance depende de uma série de fatores, entre eles o estado inicial de treinamento do indivíduo, a duração, frequência e intensidade do programa de treinamento. Todavia a maioria dos estudos de treinamento de endurance mostram algum aumento no  $VO_2^{\text{máx}}$  com o decorrer tempo porém o volume ideal de exercício e sua intensidade para o desenvolvimento deste parâmetro não é bem estabelecido (LEVINE, 2008). De certo modo existem evidências de que com o tempo o  $VO_2^{\text{máx}}$  venha a se estabilizar, com subseqüentes melhoras em índices submáximos tais como a EC e limiares associados a concentração do lactato sanguíneo (BASSET & HOWLEY, 2000).

Em indivíduos com consumo máximo de oxigênio similares a economia de corrida aparece como índice que diferencia atletas. A EC pode ser definida como consumo de oxigênio para uma mesma intensidade absoluta de exercício. Existe uma considerável variabilidade individual no consumo de oxigênio em exercício submáximo, mesmo em indivíduos com potência aeróbia similar ou capacidade similar



(BERG, 2003). O princípio da especificidade do treinamento sugere que a performance de endurance pode ser melhor desenvolvida através do treinamento aeróbio. No entanto, algumas evidências sugerem que a capacidade de trabalho anaeróbio pode ser um fator determinante para atletas da elite dos esportes de endurance (JOYNER & COYLE, 2008). A possibilidade de que a capacidade anaeróbia, força muscular e potência muscular podem influenciar a performance de endurance propõe que o treinamento da endurance não deve estar limitado à atividades aeróbias. Caso o treinamento de força possua algum benefício sobre o atletas de corrida é de se esperar que as variáveis responsáveis pela performance em corredores ( $VO^2_{máx}$ , LT e EC) sofram alguma alteração com a intervenção do TF adicional ao regime de treinamento aeróbio (BERG, 2003).

O treinamento da endurance tem se baseado em princípios específicos para justificar suas recomendações práticas na preparação específica dos atletas. No entanto um excesso de especificidade provoca adaptações no organismo que são responsáveis pela estagnação do desempenho físico e queda no aproveitamento bioenergético devido a desestruturação funcional e estrutural imposta ao organismo pela prática baseada em seus princípios de especialização e supercompensação. Portanto a importância de verificar se alguma forma de treinamento esta atuando de forma positiva em índices conhecidos do treinamento de endurance é de fundamental importância (DE SOUZA JUNIOR & PEREIRA, 2010).

Sendo assim, o objetivo da presente revisão é identificar os possíveis benefícios na economia de corrida decorrente do treinamento de força. Os objetivos específicos são: (i) identificar quais os métodos de treinamento de força utilizados em corridas de endurance; (ii) identificar o efeito dos diferentes métodos de treinamento de força na EC e  $VO^2_{máx}$ ; (iii) verificar o efeito do treinamento de força em indivíduos

com diferentes níveis de treinamento; (iv) verificar se os resultados positivos na EC foram aferidos em provas de campo, observando a validade externa dos resultados.

## 2. METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão conceitual de literatura, utilizando artigos científicos de revistas indexadas abordando o tema do treinamento de força na economia de corrida. A busca dos artigos foi realizada em novembro de 2013 pelos bancos de dados eletrônicos PubMed/MEDLINE, SportDiscus, Web of Science e LILACS. A combinação dos termos “treinamento de força”, “treinamento concorrente”, “economia de corrida” (em português) e “strength training”, “resistance training”, “plyometric training”, “traditional resistance training”, “heavy weight training”, “high intensity interval training”, “running economy” e “endurance” (em inglês) foram usadas para gerar a lista de referências utilizando os operadores booleanos “and” e “or”. O processo de pesquisa foi construído especificamente para cada banco de dados e nenhum limite foi usado nestas pesquisas.

A estratégia de pesquisa baseou-se numa combinação de quatro parâmetros de pesquisa: variável independente (economia de corrida), variável dependente (treinamento de força), população de interesse (corredores destreinados, moderadamente treinados e atletas de elite) e faixa etária (a partir de 18 anos) de ambos os sexos.

Os artigos foram selecionados de acordo com o método de revisão conceitual. Primeiro os títulos de artigos e abstracts foram lidos, então o critério de inclusão foi aplicado para a análise. Todos os artigos com texto na íntegra foram obtidos e incluídos se eles atendiam os critérios de inclusão. As referências de todos os artigos selecionados foram examinadas para identificar outras publicações que poderiam ser revistas.

Os critérios de inclusão na revisão foram a utilização de artigos de intervenção publicados em revistas indexadas, com os sujeitos adultos de ambos os sexos, sendo

atletas ou praticantes recreativos de treinamento de corrida. Estudos não foram incluídos quando tinham como sujeitos indivíduos que participassem de outras modalidades diferentes da corrida e indivíduos diagnosticados com alguma patologia. Estes critérios foram selecionados de modo a aumentar a comparabilidade entre os estudos.

Na tabela 1 foram resumidos os principais resultados e alguns dados metodológicos dos estudos de intervenção identificados na busca. A tabela com os resultados contém dados de identificação do estudo (autor e o ano da publicação), o modelo de treinamento de força usado na intervenção, o perfil e a quantidade de participantes, a duração do estudo e o resumo dos resultados principais.

### **3. DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 O ATP E AS FONTES DE ENERGIA PARA A CONTRAÇÃO MUSCULAR**

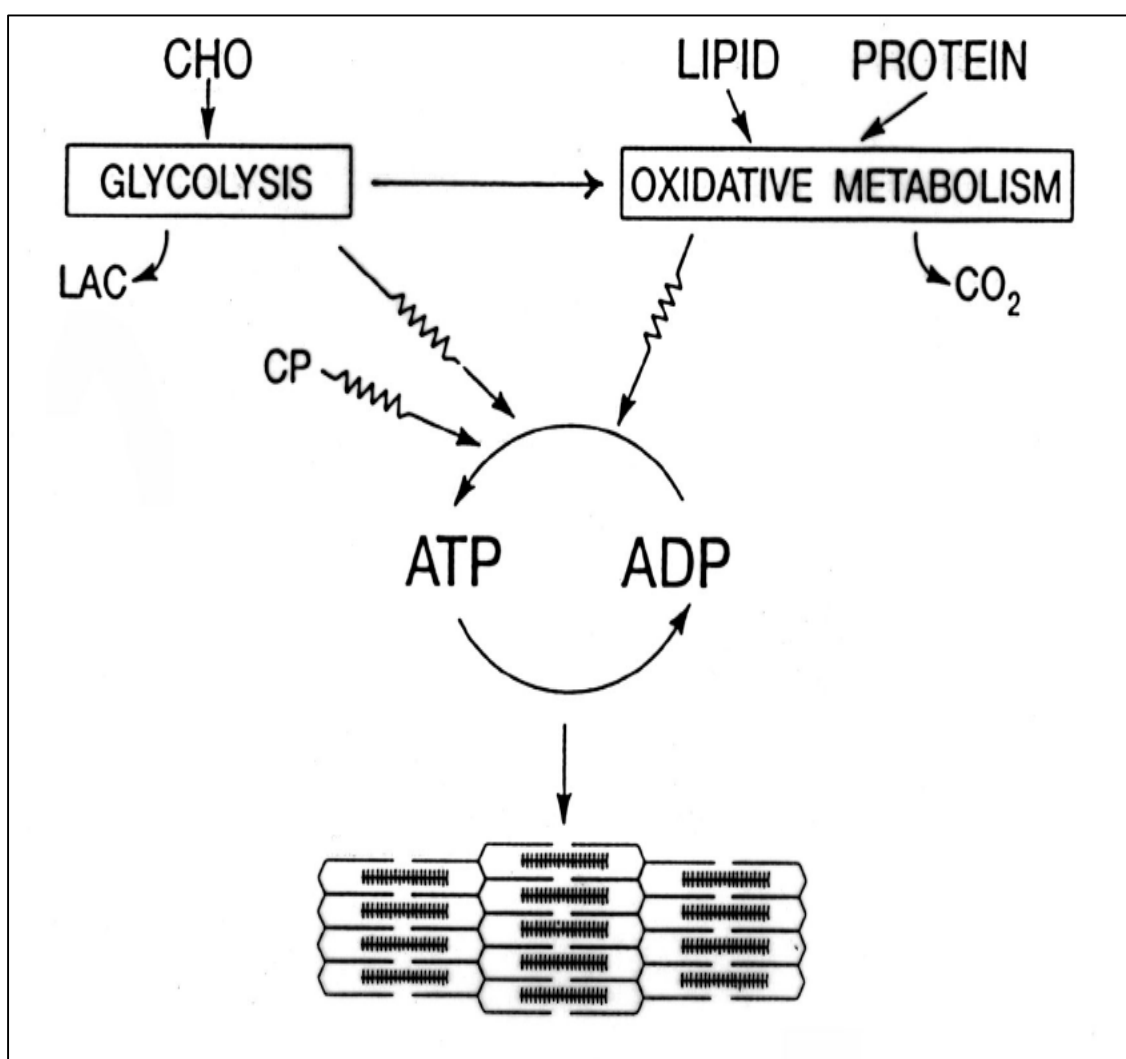
A fonte imediata de energia para a contração dos músculos vem da hidrólise do ATP. Porém o ATP muscular existe em concentrações muito baixas, e graças aos mecanismos regulatórios sua degradação completa é prevenida. Ou seja, o corpo possui vias químicas bem reguladas que permitem que a contração muscular continue. Tais vias são conhecidas através de 3 processos distintos bem integrados que funcionam em conjunto para satisfazer as necessidades do músculo (MAUGHAN, GLEESON & GREENHAFF, 2002).

O primeiro processo envolve a quebra dos fosfagênios de alta energia e fosfocreatina (PCr), que em conjunto com o ATP armazenado na célula proporciona a energia imediata usada nos estágios iniciais de exercício intenso ou explosivo. O segundo processo envolve a quebra anaeróbia do carboidrato, principalmente na forma de glicogênio muscular, em piruvato e lactato através da glicólise. O terceiro processo, conhecido como aeróbio ou metabolismo oxidativo, envolve principalmente a combustão dos carboidratos e gorduras na presença de oxigênio. As proteínas também são oxidadas em menor quantidade em condições particulares (MAUGHAN et al, 2002).

**FIGURA 1 – Produção de ATP no músculo esquelético durante a contração muscular.**

Guia de estudo do músculo esquelético. Universidade de Melbourne - 2013

Autorizado por Coursera.



A quebra dos estoques fosfagênicos, ATP e PCr, e a quebra anaeróbia do carboidrato resume o sistema anaeróbio de fornecimento de energia. O sistema anaeróbio é capaz de regenerar ATP em altas taxas, resultando em grande potência muscular (MAUGHAN et al, 2002). No entanto a capacidade do sistema anaeróbio é limitada pela quantidade de energia que pode ser estocada no músculo durante um estímulo potente. A rápida redução dos estoques de PCr, aumento na concentração de lactato e queda no pH muscular culminam no surgimento da fadiga e término do exercício. Para maiores informações sobre o possível papel do lactato na fadiga muscular recomenda-se a leitura do artigo: Lactate metabolism: a new paradigm for the third millenium. L. B. Gladden 2004. Em contraste, o sistema aeróbio de energia é capaz de produzir quantidades enormes de ATP, ainda que sua taxa seja limitada pela fosforilação oxidativa, sistemas respiratórios e cardiovasculares que fornecem oxigênio ao músculo (JOYNER & COYLE, 2008).

Juntos, esses 3 processos são bem ajustados para lidar com a alta, muitas vezes sustentada, e, geralmente, ecléticas demandas de energia impostas aos 3 sistemas durante nossa vida diária e nos esforços esportivos. Seus poderes e capacidades contrastantes não representam uma desvantagem, mas uma vantagem harmoniosa e eficiente na reposição do ATP.

No treinamento de força (TF) a ressíntese da PCr é fundamental para a manutenção da intensidade. No entanto, parece que outra via, a do metabolismo oxidativo é capaz de ressintetizar a PCr de uma maneira mais eficiente. Quando comparado dois indivíduos com valores diferentes de  $Vo^2_{máx}$ , o indivíduo que possuir a maior potência aeróbia será mais eficiente na ressintetização da PCr em exercícios intensos. Imagina-se que os indivíduos com um alto  $Vo^2_{máx}$  sejam capazes de suportar

uma sessão de TF apesar do treinamento específico do condicionamento aeróbio ser considerado concorrente.

Finalizando, a avaliação da liberação de energia anaeróbia durante o exercício é menos precisa do que a avaliação da liberação aeróbia. Portanto, a presente revisão busca indícios que exercícios de força que estimulam a produção de energia das vias anaeróbias possam estar contribuindo na performance de endurance (MCMAHON & JENKINS, 2002).

### **3.2 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO**

O termo "máximo consumo de oxigênio" foi concebido e definido por Hill e colegas por volta de 1920. Desde a sua concepção o  $VO^2_{máx}$  faz referência a potência aeróbia, e é reconhecido como um dos índices mais precisos na avaliação da performance de endurance (LEVINE, 2008). O  $VO^2_{máx}$  pode ser definido como a maior taxa na qual o oxigênio pode ser captado da atmosfera e utilizado pelo corpo durante o exercício severo (DENADAI, 2005). É uma das principais variáveis no campo da fisiologia do exercício, e além de prever a performance frequentemente é usado para avaliar a saúde cardiorrespiratória de um indivíduo. Na literatura científica, um aumento no  $VO^2_{máx}$  é o método mais comum para demonstrar o efeito do treinamento e frequentemente usado na prescrição do treinamento (LEVINE, 2008). O treinamento do  $VO^2_{máx}$  geralmente consiste de percorrer longas distâncias em intensidade moderada (65-85% do  $VO^2_{máx}$ ) ou correr distâncias curtas em séries repetidas de alta intensidade (80-100%  $VO^2_{máx}$ ). Os ataques mais longos podem variar de 30 a 120 minutos dependendo da intensidade, enquanto ataques curtos podem durar 5 minutos ou menos. Dado essas aplicações do consumo máximo de oxigênio, existe um grande



interesse na identificação dos fatores fisiológicos que limitam e promovem o  $VO_2^{\text{máx}}$  (JONES & CARTER, 2000).

A magnitude do aumento no  $VO_2^{\text{máx}}$  resultante do treinamento de endurance depende de uma série de fatores: estado inicial de treinamento do indivíduo, a duração, frequência e intensidade do programa de treinamento. Além desses fatores externos, temos os ajustes internos do metabolismo como resposta ao treinamento: densidade capilar do músculo, massa de hemoglobina, volume sistólico, atividade das enzimas aeróbias e composição das fibras musculares (JONES et al, 2000).

Como a maioria dos estudos de treinamento de endurance mostram algum aumento no  $Vo_2^{\text{máx}}$  com o tempo, o volume ideal de exercício e intensidade para o desenvolvimento deste parâmetro não é conhecido. No entanto existem evidências de que com o tempo o consumo máximo de oxigênio venha a se estabilizar, com subseqüentes melhoras em índices submáximos tais como os limiares associados a concentração do lactato sanguíneo e a EC (SAUNDERS, PYNE, TELFORD & HAWLEY 2004).

### **3.2.1 Endurance**

Endurance pode ser definida como a capacidade de sustentar uma determinada velocidade ou potência pelo maior tempo possível. Possuir uma boa performance em eventos de endurance é extremamente dependente da ressíntese aeróbia de ATP; que requer um adequado fornecimento de oxigênio a partir da atmosfera na cadeia de transporte de elétrons mitocondrial e dos combustíveis carboidrato e gordura (BERG, 2003). A endurance pode ser descrita através de uma curva individual que relaciona uma série de velocidades com o tempo em que cada velocidade ou potência pode ser sustentada. O treinamento da endurance promove ajustes no sistema oxidativo que permitem ao corpo consumir grandes quantidades

de oxigênio. Entre os ajustes o aumento do volume sanguíneo, capacidade oxidativa, número de mitocôndrias, concentração de enzimas oxidativas e densidade capilar (LEVINE, 2008).

Por outro lado o TF pode causar hipertrofia muscular, promove um maior recrutamento das fibras do tipo 2 e diminui a atividade das enzimas oxidativas. Os fatores citados podem afetar negativamente a performance relativa ao  $VO^2_{máx}$ .

O TF talvez possa diminuir o volume e a densidade mitocondrial e capilar. Estas alterações têm o potencial de diminuir a habilidade de fornecer e utilizar o oxigênio disponível. Conseqüentemente corredores se afastam do TF com receio de perder os ajustes derivados do treinamento aeróbio. No entanto a questão que intriga os pesquisadores é como um TF adicionado ao volume do treinamento aeróbio pode se comportar. Até que ponto o TF e TE podem seguir juntos na preparação de um atleta de endurance (JOHNSTON, QUINN, KERTZER & VROMAN, 1995).

### **3.3 TREINAMENTO DE FORÇA**

Para atender aos objetivos desta revisão, o termo Treinamento de Força (TF) faz referência a todos modelos de treinamento que aumentam a potência, massa muscular, resistência muscular localizada e/ou promovem adaptação neuromuscular.

O TF, também conhecido como treinamento com pesos ou treinamento contra uma resistência, tornou-se nas últimas três décadas uma das formas mais populares de exercício para melhorar a aptidão física de um indivíduo e para o condicionamento de atletas (FLECK & KRAEMER, 2006). A quantidade de transferência de um programa de TF para uma atividade física determinada depende da especificidade ou transferência entre o programa de treinamento e a atividade em questão (YOUNG, 2006).

Os ajustes fisiológicos causados pelo TF são específicos aos músculos treinados, aos tipos de ações musculares (excêntrica, concêntrica e isométrica), a velocidade do movimento, e a fonte de energia (aeróbia e anaeróbia) (KRAEMER, PATTON & GORDON, 1995).

A intensidade do TF, isto é, a quantidade de carga usada é o principal estímulo para que os ajustes fisiológicos ocorram. Para estabelecer a carga usa-se o conceito de Repetição Máxima (RM), ou seja, a carga deve responder a um número específico de repetições oscilando em uma zona de RM (BIRD, TARPENNING & MARINO, 2005).

No TF a taxa de liberação de energia está relacionada com a intensidade e duração do estímulo e as fontes de energia anaeróbia são as responsáveis pela manutenção e desenvolvimento das diversas manifestações de força. Gatin (2001) relata que em exercícios de alta intensidade com duração máxima de 10 segundos, 94% da energia provém do sistema anaeróbio. Porém em atividades exaustivas com duração de até 240 segundos o metabolismo anaeróbio contribui com 21%, sendo o restante responsável pelo metabolismo oxidativo.

Evidências sugerem que a capacidade de trabalho anaeróbio pode ser um fator determinante na performance de endurance. Noakes (1988) acredita que a potência muscular limita a performance de endurance e pode ser o diferencial entre atletas treinados com  $Vo^2_{m\acute{a}x}$  similar.

No desafio de aproveitar o fornecimento de energia anaeróbia diversos modelos de TF tem sido propostos de maneira adicional a diversas modalidades esportivas (ex: natação e corrida). Historicamente, os modelos de treinamento são mais um reflexo da arte e criatividade dos treinadores do que um reflexo de buscas científicas. O design do TF é um processo complexo e alguns princípios fundamentais

governam um programa efetivo e seguro. Entre eles, a carga, volume de treinamento, especificidade, adaptação, progressão, individualização e manutenção do estímulo. Ao prescrever o TF, o treinador deve balancear os objetivos do atleta com o nível de condicionamento atual e as características de força treináveis (KRAEMER, PATTON & GORDON, 1995).

Entre os modelos de TF que são usados na preparação de atletas de endurance 4 são os mais encontrados na literatura científica. O primeiro é o Treinamento em Circuito (TC) que envolve vários exercícios com um mínimo de descanso (aproximadamente 30 segundos) entre as estações de força (JOHNSTON, QUINN & KERTZER, 1997). O segundo é o TF tradicional que usa entre outros exercícios o agachamento e o banco de supino. O terceiro modelo envolve exercícios de alta intensidade que são específicos para o esporte, ou seja, são criados exercícios que imitam o gesto esportivo.(HOFF, HELGERUD & WISLOFF, 1999). E o quarto modelo mais encontrado são o TF que envolvem movimentos explosivos (pliométria) (PAAVOLAINEN, HAKKINEN, HAMALAINEN, et al., 1999). Atletas de vários esportes têm utilizado TF e TE de maneira concorrente com objetivo de obter ajustes específicos de ambas as formas de treinamento. Alguns pesquisadores têm relatado que essa forma de treinamento concorrente (TC) pode ser utilizado para potencializa resultados de treinamentos diversos, como o treinamento de endurance contanto, se combinadas de forma errônea, pode gerar interferência, culminando em efeitos deletérios. Esta interferência, denominada TC será discutida na sequência (McCARTHY, AGRE & GRAF, 1995).

### 3.3.1 Treinamento Concorrente

Sobre certas condições, quando sessões de TF e TE são integradas durante um programa de condicionamento global, os ajustes fisiológicos podem ser comprometidos. O Treinamento Concorrente (TC) faz referência a união do TE e TF na periodização de atletas. O TC parece inibir o desenvolvimento da força quando comparados a um programa exclusivo de TF. Este fenômeno é referido como "efeito de interferência" e parece estar presente quando o volume e a intensidade de treinamento são altos e a duração do programa é longo (NELSON, ARNALL & LOY, 1990).

A natureza desta possível inibição no desenvolvimento da força que é causada por um TC está associada a dificuldades de comparar estudos. Tendo em vista que as diferenças metodológicas do treinamento e as características individuais dos participantes diferem bastante.

No entanto existem hipóteses crônicas e agudas que tentam explicar essa possível inibição da força no TC. Por uma visão crônica, o sistema muscular não se adapta morfologicamente, o tipo de fibra recrutada e o tamanho do músculo após um período de TC se difere do TF isolado. Outra hipótese, a aguda, faz referência a uma possível fadiga acumulada por um TE que pode comprometer a habilidade de gerar tensão durante o TC (LEVERITT, ABERNETHY, BARRY & LOGAN, 1999).

Programas de condicionamento global geralmente realizam TF e TE concomitantemente num esforço de obter adaptações específicas de ambas as formas de treinamento. Algumas investigações científicas apontam resultados inconsistentes sobre os ajustes neuromusculares e o aumento da performance associado ao TC. Kraemer et al. (1995) mostram que o TC afeta o desenvolvimento da força mas não prejudica o condicionamento aeróbio. McCarthy et al. (1995)

mostraram que o TC aumentou a força e o condicionamento aeróbio. Por sua vez, Nelson et al. (1995) demonstraram que o TC teve efeito negativo no desenvolvimento do condicionamento aeróbio. Estas diferenças entre os estudos com TC são devidas às diferenças nos protocolos usados em cada estudo.

Outra diferença que deve ser levada em conta na hora de analisar estudos sobre TC é o esporte em questão. Existem, por exemplo, diferenças nos resultados obtidos entre a natação, ciclismo e corrida. O TF parece ser pouco estudado no treinamento de corredores quando comparado com os estudos referentes a atletas de natação, ciclismo e esqui cross-country. Essa diferença se deve ao fato que no ciclismo, criar um exercício de TF que imite o movimento da bicicleta é mais fácil do que na corrida. A maioria dos aparelhos usados no TF limitam a mímica do movimento de corrida. Exercícios tradicionais, como a cadeira extensora (extensão do joelho) e a cama flexora (flexão do joelho) são exercícios de cadeia cinética aberta e parecem até certo ângulo reproduzir alguns movimentos da corrida. Porém, o agachamento, famoso exercício de cadeia cinética fechada limita a especificidade, por ser executado com ambas as pernas no solo. Da mesma forma se a carga for excessiva a cadência de movimento será lenta e diferente da velocidade de movimento observada na corrida (BERG, 2003).

Quando um estímulo adequado de TC (volume, intensidade e frequência) é aplicado, efeitos positivos do TC e TE tem sido relatados em atletas altamente treinados em endurance (PANISSA, BERTUZZI, LIRA, et al., 2007). Em indivíduos destreinados ou moderadamente treinados, os ganhos na performance de endurance que são atribuídos ao TC se devem ao melhor desempenho neuromuscular, aumento na ativação voluntária do músculo, aumento da força e potência muscular que levam a melhorias na economia específica do esporte (PAAVOLAINEN et al., 1999).

TF para nadadores enfatizam a especificidade do treinamento. Aparelhos como o banco de natação, foram desenvolvidos para fortalecer pontos específicos do corpo do nadador, como a força na posição pronado e supinado. Polias com peso são usadas a anos por nadadores pois permitem a mímica da braçada. Na natação e no ciclismo as pesquisas mostram a muito tempo que o TF aumenta a performance (BERG, 2003).

A meta dos atletas de corrida de longas distâncias é melhorar o sistema cardiovascular e a endurance muscular. O treinamento aeróbio geralmente é usado de duas maneiras. Corridas de longa distância em velocidade moderada ou curtas distâncias em velocidade máxima ou próximas da máxima. Esses métodos são eficientes no aumento do  $VO_2^{\text{máx}}$ , limiares de lactato e economia de corrida. Porém como mencionado anteriormente, segundo Noakes (1988), atletas de elite muitas vezes têm índices de performance similar. Talvez a capacidade anaeróbia pode ser um fator determinante para diferenciar atletas. A falta de provas de que o TF na performance de corredores contrasta com o excesso de estudos com ciclistas e nadadores (BERG, 2003; NOAKES, 1988).

A seguir trataremos de um ponto específico neste vasto oceano de informações e questões mal resolvidas. A Economia de Corrida será observada nos estudos que verificaram o papel do TF na melhora deste índice.

### **3.4 ECONOMIA DE CORRIDA**

A EC é normalmente definida como a demanda de energia para uma determinada velocidade de corrida submáxima, e é determinada pela medida do consumo de oxigênio  $VO_2$  em estado estável. Este conceito é facilmente compreendido na avaliação de dois indivíduos correndo em uma mesma velocidade. O corredor que necessitar de um menor  $VO_2$  na mesma velocidade é o mais

econômico (DENADAI, 2005). A Economia de Corrida EC é representado pela energia gasta e expresso como uma fração do  $Vo^2_{máx}$  em uma mesma velocidade.

Quando o objetivo é avaliar a EC o laboratório é o ambiente mais utilizado. De posse de uma esteira elétrica e de um analisador de gases é possível comparar atletas ou grupos de atletas. Porém essa prática não se transfere totalmente para o ambiente de treino e para a realidade da competição (JUNG, 2003). A resistência do vento e do ar é eliminada em um ambiente de laboratório, e transferir os resultados obtidos durante um teste de laboratório para o campo exige cautela. Em um estudo conduzido por Pugh (1970), comparando o  $VO^2$  obtido em esteira elétrica e na corrida de rua, estimou que 8% do custo total de energia gasto em uma corrida de 5000 metros se deve a resistência do ar. Além disso a técnica de corrida utilizada na esteira é diferente da utilizada em campo, durante treinos e competições, onde os músculos isquiotibiais são usados em grande extensão para produzir força de propulsão (PUGH, 1970). No entanto, alguns autores assumem que a EC encontrada na esteira tem alta correlação com a corrida ao ar livre. A resistência do ar é mais pronunciada em provas de curtas distância, como a prova de 100 metros do atletismo. É razoável supor que as intervenções que afetam a EC na esteira também irão afetar a EC na corrida ao ar livre. Saunders et al. (2004) também relatam que medidas confiáveis da EC precisam ser obtidas em velocidades  $\geq 85\%$  da velocidade de  $VO^2_{máx}$  e os sujeitos devem ser atletas altamente treinados (SAUNDERS, PYNE, TELFORD & HAWLEY, 2004).

Recentemente as tecnologias tem ajudado o campo da fisiologia do exercício. Uma prova desse avanço é o analisador de gases portátil K4. O Analisador Cosmed k4 (Roma, Itália) é leve, preciso e possui um sistema telemétrico que permite medir o consumo de energia em situações submáximas, máximas, no laboratório e ao ar livre (HAUSSWIRTH, BIGARD & CHEVALIER, 1997).



Várias questões fisiológicas e biomecânicas aparecem afetar a EC,  $Vo^2_{máx}$  e LT em indivíduos que realizam um programa de condicionamento aeróbio. Porém em atletas treinados com  $VO^2_{máx}$  estabilizado decorrente dos anos de treinamento a EC aparece como a variável que pode fazer a diferença.

Intervenções que afetem de maneira positiva a EC é o foco de atletas, treinadores e fisiologistas do esporte. Duas intervenções que têm recebido atenção são o TF e o treinamento em altitude. Como mencionado anteriormente, o TF melhora a utilização da energia elástica e reduz a quantidade de energia desperdiçada nas forças de frenagem. A exposição a altitude parece promover um uso mais eficiente do oxigênio mas não faz parte do escopo desta revisão (WILBER, 2001).

#### **3.4.1. Economia de Corrida e Performance**

A relação entre EC e performance é bem documentada. Os primeiros estudos que compararam corredores da elite americana, que possuíam  $Vo^2_{máx}$  extremamente elevado (média  $VO^2_{máx}$  79 mL/Kg/min), com bons corredores (média  $VO^2_{máx}$  69,2 mL/Kg/min), indicaram que os corredores com maior  $VO^2$  também eram os mais econômicos (POLLOCK, 1997). Di Prampero et al. (1993) estabeleceu que um aumento de 5% na EC induz aproximadamente 3,8% de aumento na performance em corridas de longa distância. Em um estudo de caso com o recordista americano Steve Scott, que era corredor em provas de uma milha mostrou um avanço de 3,8% no  $VO^2_{máx}$  em 6 meses (74,4 para 77,2 mL/Kg/min). Durante o mesmo período a EC aumentou 6,6%, ou seja, na velocidade de 16Km/h o consumo de oxigênio diminuiu de 48,5 para 45,3 mL/Kg/min (DI PRAMPERO, CAPELLI & PAGLIARO, 1993).

No entanto, nem todos os estudos demonstram uma significativa relação entre EC e performance. Na pesquisa de Willians e Cavanagh (1987) não houve uma

relação significativa entre a EC a 13Km/h e performance de 10km (35 minutos) em um grupo de 16 corredores. A porcentagem de fibras de contração lenta e consumo máximo de oxigênio se correlacionou melhor com a performance nos 10Km.

Weston et al. (2000) estudou a EC e performance em 8 africanos (Kenia) e oito caucasianos que participam de provas de longa distância. Os corredores quenianos têm a mesma performance na prova de 10Km que o grupo de caucasianos e apesar de apresentarem  $VO_2^{\text{máx}}$  13% menor a EC é 5% maior. O grupo de quenianos completaram a prova de 10Km em uma porcentagem maior do  $VO_2^{\text{máx}}$  porém com uma concentração de lactato similar a dos caucasianos (WESTON, MBAMBO & MYBURGH, 2000).

Variações em fatores fisiológicos como temperatura corporal (TC), frequência cardíaca (FC), ventilação (VE) e concentração de lactato [La] podem estar associados a mudanças na EC. Elevação no custo metabólico devido a um aumento de circulação, ventilação e suor são fatores comuns que aumentam o  $VO_2^{\text{submáx}}$  e diminuem a EC. A composição das fibras musculares também podem influenciar a EC e sugere-se que uma alta porcentagem de fibras de contração lenta esteja associada com uma melhor EC (ZIERATH & HAWLEY, 2004).

Alguns estudos mas não todos têm demonstrado melhora na EC após intervenções de treinamento. Como mencionado na introdução desta revisão, o objetivo é estudar o papel do TF no aprimoramento da Economia de Corrida.

### **3.4.2 Efeitos do Treinamento de Força na Economia de Corrida**

Como mencionado anteriormente nesta revisão, corredores de várias modalidades têm suas capacidades avaliadas através do  $VO_2^{\text{máx}}$ , Limiar de Lactato (LT) e Economia de Corrida (EC). Para aperfeiçoar esses índices o treinamento

aeróbio é o caminho mais utilizado. No entanto, recentemente, estudos de intervenção tem investigado os efeitos que fatores anaeróbios, mais especificamente o TF, podem ter no desenvolvimento da performance de corredores (HOFF, HELGERUD & WISLOFF, 1999). Verificou-se porém que o TF abrange diversos métodos e modalidades de TF que são utilizados como complemento ao treinamento de endurance. Apesar dos estudos mostrarem que o TF não é concorrente ao  $VO_2^{máx}$ , alguns autores mostram os efeitos positivos no LT e EC. Os benefícios encontrados na EC decorrente do TF estão atrelados às características individuais dos sujeitos pesquisados. Indivíduos moderadamente treinados ou destreinados têm respostas completamente diferentes de atletas altamente treinados com décadas de experiência. Como a pergunta desta pesquisa surgiu de questionamentos empíricos, também de suma importância é discutir a validade externa dos resultados, ou seja, verificar os resultados de estudos que avaliaram os sujeitos em condições reais decorrida. Discutiremos nesta sessão, os resultados de estudos de intervenção (TABELA 1), pois estes estudos permitem que inferências de causalidade sejam feitas.

Atletas de endurance devem ser capazes de sustentar uma velocidade média elevada durante toda a prova (BERG, 2003). Isto enfatiza o papel das características neuromusculares na ativação neural reflexa e voluntária, força muscular e elasticidade, mecanismos de corrida e capacidade anaeróbia. O uso do treinamento de força é uma intervenção pensada em melhorar a EC. Treino de força pode melhorar as características anaeróbias, como a habilidade produzir e utilizar as altas concentrações de lactato e força rápida. Treino com pesos de alta intensidade pode melhorar a performance de endurance de atletas destreinados e aumentar a EC em

atletas moderadamente treinados sem alterar seu  $VO^2_{m\acute{a}x}$  (BULBULIAN, WILCOX & DARABOS, 1988).

Os métodos de TF encontrados na construção desta revisão da literatura foram os seguintes: TF explosivo, a pliometria, o TF de alta intensidade, o TF máxima e o TF circuitado, TF tradicional, TF máxima o TF explosivo, TF CIRCUITADO e pliometria. Os artigos sobre treinamento de pliometria e ou treinamento explosivo foram os mais encontrados, 9 entre os 15 apresentados na tabela. O treinamento de força explosivo específico é executado com pouca carga mas em alta velocidade. Promove incremento das adaptações neurais (aumenta a taxa da ativação neural de unidades motoras) sem no entanto provocar hipertrofia do músculo esquelético que se mantém menor se comparado as respostas do TF tradicional que podem aumentar a massa muscular (JUNG, 2003). Para um corredor, principalmente os de longa distância, qualquer excesso de peso pode ser prejudicial. O treinamento pliométrico aumenta a habilidade do músculo em gerar potência por utilizar de forma exagerada o ciclo do alongamento-encurtamento, em exercícios de salto e pulos. Outra vantagem dos ajustes provocados pelo treinamento de pliometria é o aumento da rigidez dos músculos da panturrilha, em especial o sistema músculo-tendão que é responsável por estocar energia elástica de maneira mais efetiva. Todas estas adaptações do treinamento pliométrico permitem ao corpo aumentar a EC pois os músculos geram mais força sem aumentar a demanda de energia metabólica (CRONIN & SLEIVERT, 2005). Entre os estudos que mostraram benefícios do treinamento explosivo/pliométrico, o apresentado por Spurrs et al. (2003) apresentou melhoras na EC após apenas 6 semanas de treinamento. Os autores postulam que a melhora na EC e ausência de alteração no  $VO^2_{m\acute{a}x}$  foi devido ao aumento na rigidez do sistema músculo-tendão provocado por 6 semanas de treinamento. Turner et al. (2003)

também obteve resultados positivos com a pliometria, no seu estudo onde a EC aumentou em 6% sem alteração do  $VO^2_{m\acute{a}x}$  mas com aumento na produção de força durante o teste de flexão plantar (TURNER, OWINGS & SCHWANE, 2003). Anterior aos dois estudos previamente citados, Paavolainen et al (1999) mostrou que 9 semanas de treinamento explosivo executados simultaneamente ao treinamento de corrida aumentou a EC em 8,1% e na performance de 5 km o aumento foi de 3% sem nenhuma alteração no  $VO^2_{m\acute{a}x}$ . Ao contrário dos resultados apresentados Mikkola et al. (2007) não apresentaram benefícios na EC após 8 semanas de treinamento. De acordo com Paavolainen et al. (1999) a EC deve ser estudada em atletas de elite respeitando uma intensidade de 85% do  $VO^2_{m\acute{a}x}$ . A EC foi beneficiada em 8 dos 9 artigos encontrados com TF explosivo/pliometria. O estudo com resultado conflitante, publicado por Mikkola et al. (2007) apresenta características metodológicas que podem ter sido determinantes nos resultados. O estudo analisa 25 jovens corredores em estágio final da adolescência (16 a 18 anos), já com um  $VO^2_{m\acute{a}x}$  elevado (média de 62ml/kg/min) e por um período curto de tempo (apenas 8 semanas).

Em geral, estes dados reforçam que os aumentos na EC usando a pliometria como intervenção é devido ao aumento da potência muscular e da capacidade muscular em estocar e usar a energia elástica. Estudos futuros devem usar períodos mais longos de treinamento periodizado afim de promover mais esclarecimentos (RAMÍREZ-CAMPILLO, ÁLVAREZ, HENRÍQUEZ-OLGUÍM et al., 2013).

Na tabela 1 apresentada nesta revisão além do método de pliometria/explosivo encontramos o TF de alta intensidade, TF máxima e o TF circuitado. Todos estes métodos quando adicionados ao TE são mencionados como treinamento concorrente devido a ação negativa que o TE pode ter sobre o TF, ou seja, um TC pode diminuir a produção de força. Porém, quando administrado de maneira efetiva o TC tende a

melhorar índices relacionados a performance de endurance como a EC (PIACENTINI, IONANNON, COMOTTO, et al., 2013).

Em 2002, Millet et al. estudaram os efeitos do Treinamento Concorrente (TC) de endurance e treinamento de força na EC e  $VO^2$ . Os autores mostraram que uma combinação de treinamento com pesos de alta intensidade e treinamento de endurance aumentaram a EC em triatletas treinados ( $VO^2_{m\acute{a}x} \geq 69\text{mL/Kg/min}$ ).

Ferrauti et al. (2010) estudou os efeitos do TC na performance de maratonistas recreacionais. Vinte e dois sujeitos, sendo 8 mulheres e 14 homens, com idade média de 40 anos foram separados em 2 grupos. O grupo que realizou o TC tinha 9 homens e 2 mulheres, o grupo que apenas realizou TE constava com 7 homens e 4 mulheres. Ambos os grupos completaram 8 semanas de treinamento. O TF para os membros superiores usou a endurance muscular no design enquanto que o TF para os membros inferiores usou um treinamento de alta intensidade. Antes e depois da intervenção os sujeitos completaram um teste incremental máximo em esteira elétrica e um teste de força isométrica máxima. Os resultados deste estudo sugerem que não houve nenhum benefício após 8 semanas de TC para a EC. O  $VO^2_{m\acute{a}x}$ , massa corporal  $VO^2_{m\acute{a}x}$  e limiares de lactato não se alteraram.

Recentemente foram investigados os efeitos do TC em corredores masculinos de elite (SEDANO, MARIN, CUADRADO & REDONDO, 2013). Dezoito atletas treinados com idade média de 23 anos e  $VO^2_{m\acute{a}x} > 65 \text{ ml/Kg/min}$  foram aleatoriamente distribuídos em 3 grupos. O grupo de Endurance (n=6), que continuou seu treinamento usual, que inclui TF com elásticos; o grupo de TF que combinava pliometria e TE; e o grupo de TE e TF (n=6) que realizaram TF com 40% de 1RM e TE. O estudo foi realizado em 12 semanas, com 8 treinamentos semanais (6 endurance e sessões de força) e 5 semanas de destreinamento. Os resultados do estudo mostraram que

ambos os grupos experimentais aumentaram a EC e o tempo de corrida de 3Km. Este foi o único estudo que focou na comparação de diferentes formas de TC na performance de corrida de atletas de elite.

Em atletas de corrida recreacional (TAIPALE, MIKKOLA, NUMMELA, et al., 2010) o TF máxima e o TF explosivo, quando adicionados ao programa de corrida, foram mais efetivos na performance neuromuscular, velocidade de  $VO^2_{m\acute{a}x}$  ( $vVO^2_{m\acute{a}x}$ ) e EC quando comparados ao TF circuitado e TE apenas. Neste estudo, 28 sujeitos foram divididos em 3 grupos: TF máxima (n= 11), TF explosiva (n=10) e TF circuitado (n=07). O tempo da intervenção foi de 6 semanas de adaptação, 8 de intervenção e 14 semanas de redução de treinamento. O  $VO^2_{m\acute{a}x}$  não se alterou e a força de 1RM aumentou significativamente em todos os grupos. Infelizmente os autores não relacionaram os resultados com a validade externa.

Apesar da escassez de evidências, a corrida em terreno inclinado (corrida de montanha) tem sido apontada como uma tática de treinamento capaz de aumentar a força muscular e o recrutamento neuromuscular de uma forma específica. Não é apenas na subida que a resistência pode ser aumentada, utilizando elásticos de tração e solo arenoso consegue-se executar movimentos específicos da corrida. Billat (2005) sugere que corridas em alta velocidade em terrenos inclinados podem exercer efeito similar ao TF em corredores de longa distância. Dois estudos investigaram o efeito da corrida em subida, o mais recente foi publicado em 2013 por Ferley, Osborn e Vukovich. Trinta e dois corredores bem treinados (média de  $VO^2_{m\acute{a}x}$  60,9 mL/kg/min) foram divididos em grupo plano e grupo montanha e grupo controle. O GP realizou 12 sessões de corrida plana e o GM completaram 12 sessões de corrida intervalada. O estudo mostrou que treinamento em subidas aumentou a EC nas velocidades correspondentes a 60% e 80% do  $VO^2_{m\acute{a}x}$  mas potência muscular não foi alterada.

Contrariando estes resultados, Billat (2005) sugere que corrida em altas velocidade podem ter o mesmo efeito que o um TF em atletas de corrida de longas distâncias. Slongier et al. (1997) afirmam que mesmo correndo em terrenos inclinados o corredor não consegue uma ativação máxima dos músculos da perna. É possível que o resultado positivo obtido nos dois estudos com inclinação foram devidos a uma adaptação exclusiva do treino de endurance e não por uma maior participação do elemento força (SLONIGER, CURETON, PRIOR, EVANS, 1997).

Os resultados apresentados sugerem que tanto indivíduos destreinados, moderadamente treinados e atletas de elite podem se beneficiar de um programa de TF sem causar efeitos negativos no  $VO_2^{\text{máx}}$  ou na performance de corrida. Porém, estes resultados devem ser analisados com cautela pois os estudos apresentam várias limitações. Primeiro, os estudos contêm grupos com número de sujeitos muito pequenos, reduzindo assim a força dos procedimentos estatísticos. Outros problemas observados são a falta de controle do nível de fadiga dos sujeitos, estados de treinamento, familiarização com o ergômetro e a não utilização de grupos controle. Um fator crucial no desenvolvimento do TF é o desenho de tal programa. Como as repetições, cargas e velocidade dos movimentos serão controladas. Entre os estudos verificados nenhum observou a cadência dos exercícios e o tempo de descanso entre as sessões (BIRD, TARPENNING & MARINO, 2005).



#### 4. CONCLUSÃO

O sucesso em corridas é extremamente dependente de fatores fisiológicos como o máximo consumo de oxigênio. No entanto quando avalia-se um grupo de indivíduos altamente treinados, não é raro encontrar valores idênticos de  $VO_2^{\text{máx}}$ . Portanto o  $VO_2^{\text{máx}}$  não é por si só um bom preditor da performance de endurance em atletas de elite. As características anaeróbias e neuromusculares também podem desempenhar um importante papel no desenvolvimento de atletas. No desafio de aproveitar o fornecimento de energia anaeróbia diversos modelos de TF têm sido propostos de maneira adicional a diversas modalidades esportivas (natação e corrida). Historicamente, os modelos de treinamento são mais um reflexo da arte e criatividade dos treinadores do que um reflexo de buscas científicas.

A presente revisão, demonstra que o TF pode ser utilizado juntamente com o TE para melhorar a performance do atleta de corrida de fundo através de uma melhoria direta na EC. Também destacamos que a o TF explosivo/pliometria e o TF da força máximo são os métodos que, quando aplicados de forma adequada, apresentam os melhores benefícios ao treinamento. Melhorias na EC decorrente do TF parecem estar relacionados ao nível de treinamento do corredor, sendo os atletas de elite os maiores beneficiados.

Se o excesso de especificidade pode vir a ser prejudicial ao longo do tempo, um treinamento que fuja da rotina e ainda promova benefícios na performance da endurance deve continuar como foco de cientistas e treinadores. Futuros estudos devem ter como foco principal a integração entre medidas laboratoriais e de campo, aumentando a validade externa dos resultados encontrados. A diferença na quantidade de estudos que pesquisam o papel do TF na natação em comparação com a corrida chama atenção. Na natação os benefícios do TF são claros e evidentes.

Novas tecnologias, como o K4, calçados personalizados e equipamentos de musculação deveriam focar na especificidade da corrida para criar e auxiliar métodos de TF que seja efetivos na transferência de seus benefícios para a corrida.

## REFERÊNCIAS

- ABE T, KOJIMA K, KEARNS CF. **Whole body muscle hypertrophy from resistance training: distribution and total 484-9 mass.** *New Stud Athl* 2005; 3: 21-39
- ADRINA W. MIDGLEY, LARS R. MCNAUGHTON, REMCO POLMAN & DAVID MARCHANT. **Criteria for Determination of Maximal Oxygen Uptake. A Brief Critique and Recommendations for Future Research.** *Sports Med* 2007; 37 (12): 1019-1028
- ANDREW M. JONES & HELEN CARTER. **The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness.** *Sports Med* 2000 p 373-386
- ANDEW C FRY. **The Role of Resistance Exercise Intensity on Muscle Fibre Adaptations.** *Sports Med* 2004;34(10): 663-679
- ALAN P. JUNG. **The Impact of Resistance Training on Distance Running Performance.** *Sports Med* 2003;33 (7): 539-552
- ALEXANDER FERRAUTI, MATHIAS BERGERMANN & JAIME FERNANDEZ-FERNADEZ. **Effects of A Concurrent Strength and Endurance Training on Running Performance and Running Economy in Recreational Marathon Runners.** *Journal of Strenght and Conditioning Research* 2010
- BENEDITO SÉRGIO DENADAI. **Prescrição do Treinamento Aeróbio: Teoria e Prática.** p 21; São Paulo. Guanabara Koogan 2005.
- BILLAT VL. **Current perspectives on performance improvement in the marathon: from universalisation to training optimisation.** *New Stud Athl* 2005; 3: 21-39
- BLAIR CREWETHER, JOHN CROMIN & JUSTIN KEOGH. **Possible Stimuli for Strenght and Power Adaptation.Acute Mechanical Responses.** *Sports Med* 2005; 35 (11): 967-989
- BULBULIAN R, WILCOX AR, DARABOS BL. **Anaerobic Contribution to Distance Runnig Performance of Trained Cross-Country Runners.** *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20:319-30
- DAVID A. GABRIEL, GARY KAMEN AND GAIL FROST. **Neural Adaptations to Resistive Exercise.Mechanisms and Recommendations for Training Practies.** *Sports Med* 2006; 36 (2) 133-149
- DAVID J. BENTLEY, JOHN NEWELL & DAVID BISHOP. **Incremental Exercise Test Design and Analysis. Implications for Performance Diagnostics in Endurance Athletes.** *Sports Med* 2007; 37 (7); 575-586
- DAVID R. BASSET, JR & EDWARD T. HOWLEY. **Limiting Factors For Maximum Oxygen Uptake and Determinants of Endurance Performance.** *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2000.

HOFF J, HELGERUD J, WISLOFF U. **Maximal Strength Training Improves Work Economy in Trained Female Cross-Country Skiers.** Med Sci Sports Exerc 1999; 31 (6): 870-7

JOHN CRONIN & GORD SLEIVERT. **Challenges in Understanding the Influence of Maximal Power Training on Improving Athletic Performance.** Sports Med 2005; 35 (3): 213-234

JOHNSTON RE, QUINN TJ, KERTZERR. **Strength Training in Female Distance Runners: Impact on Running Economy.** J Strength Cond Res 1997; 11 (4): 224-9

JONATHAN P. FOLLAND AND ALUN G. WILLIAMS. **The Adaptations to Strength Training. Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength.** Sports Med 2007; 37 (2): 145-168

KAIKKONEN H, YRJAMA M & SILJANDER E. **The Effect of Heart Rate Controlled Low Resistance Circuit Weight Training and Endurance on Maximal Aerobic Power in Sedentary Adults.** Scand J Med Sci Sports 2000

KRIS BERG. **Endurance Training and Performance in Runners. Research Limitations and Unanswered Questions.** Sports Med 2003; 33 (1): 59-73

KRISTINA KARSTOFT, THOMAS P. SOLOMON, MATHEW J. LAYE, AND BENTE K. PEDERSEN. **Daily Marathon Running For a Week - The Biochemical and Body Compositional Effects of Participation.** Journal of Strength and Conditioning Research 2013.

KRAEMER WJ, PATTON JF, GORDON SE. **Compatibility of adaptative responses with combining strength and endurance training.** J Appl Physiol 1995; 78: 976-89

MCCARTHY JP, AGRE JC, GRAF BK. **Compatibility of adaptative responses with combining strength and endurance training.** Med Sci Sports Exerc 1995; 27: 429-36

MICHAEL J. JOYNER & EDWARD F. COYLE. **Endurance Exercise Performance: The Physiology of Champions.** 2008 Journal of Physiology 586.1 p 35-44

MICHAEL LEVERITT, PETER J. ABERNETHY, BENJAMIN K. BARRY & PETER A. LOGAN. **Concurrent Strength and Endurance Training. A Review.** Sports Med 1999 Dec; 28 (6) 413-427

NELSON AG, ARNALL DA, LOY SF. **Consequences of combining strength and endurance training regimens.** Phys Ther 1990; 70: 287-94

NOAKES T. **Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective.** Med Sci Sports Exerc 1988; 20: 319-30.

PAUL B. GASTIN. **Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise.** Sports Med 2001

**PAAVOLAINEN L, HAKKINEN K, HAMALAINEN I, ET AL. Explosive Strength Training Improves 5km Running Time by Improving Running Economy and Muscle Power.** J ApplPhysiol 1999; 86(5): 1527-33

**PAUL B. LAURSEN & DAVID G. JENKINS. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes.** Sports Med 2002; 32 (1): 53-73

**PRUE CORMIE, MICHAEL R. MCGUIGAN & ROBERT U. NEWTON. Developing Maximal Neuromuscular Power.** Part 1 - Biological Basis of Maximal Power Production

**RON MAUGHAN, MICHAEL GLEESON & PAUL L. GREENHAFF. Biochemistry of Exercise & Training.** Oxford University Press. 2002. p 15-33

**RONALD E. JOHNSTON, MS; TIMOTY J. QUINN, PhD; ROBERT KERTZER, PhD & Neil B. Vroman, PhD. Improving Running Economy Through Strength Training.** 1995

**SHAUM MCMAHON AND DAVID JENKINS. Factors Affecting the Rate of Phosphocreatine Resynthesis Following Intense Exercise.** Sports Med 2002; 32 (12); 761-784

**SLONIGER MA, CURETON KJ, PRIOR BM, EVANS EM. Lower extremity muscle activation during horizontal and uphill running.** J ApplPhysiol 1997; 83, 2073-2079

**STEPHEN P. BIRD, KYLE M. TARPENNING AND FRANK E. MARINO. Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness. A Review of the Acute Programme Variables**

**ADRIAN W. MIDGLEY, LARS R. MCNAUGHTON & ANDREW M. JONES. Training to Enhance the Physiological Determinants of Long-Distance Running Performance. Can Valid Recommendations be Given to Runners and Coaches Based on Current Scientific knowledge?** Sports Med 2007; 37 (10): 857-880

**SLOBODAN JARIC. Muscle Strength Testing. Use of Normalisation for Body Size.** Sports Med 2002; 32 (10); 615-631

**ZUKO N. KUBUKELI, TIMOTHY D. NOAKES & STEVEN C. DENNIS. Training Techniques to Improve Endurance Exercise Performances.** Sports Med 2002; 32 (8): 489-509

**MARTA I.R. PEREIRA & PAULO S.C GOMES. Movement Velocity in Resistance Training.** Sports Med 2003; 33(6): 427-438

**ANGUS ROSS, MICHAEL LEVERITT & STEPHAN RICK. Neural Influences on Sprint Running. Training Adaptations and Acute Responses.** Sports Med; 31 (6)

PHILO U. SAUNDERS, DAVID B. PYNE, RICHARD D. TELFORD & JOHN A. HAWLEY. **Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners.** Sports Med 2004; 34(7); 465-485

BENEDITO SERGIO DENADAI, MARCELO JAININI ORTIZ e MARCO TÚLIO de MELLO. **Índices fisiológicos associados com a "performance" aeróbia em corredores de "endurance": efeitos da duração da prova.** Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte 2004.

MATHIAS WERNBOM, JESPER AUGUSTSSON & ROLAND THOMÉE. **The Influence of Frequency, Intensity, Volume and Mode osStrenght Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in humans.** Sports Med 2007 ;37 (3) 225-264

RANDALL L. WILBER. **Current Trends in Altitude Training.** Sports Med 2001;31 (4) 249-265

JULEEN R. ZIERATH, JOHN A. HAWLEY. **Skeletal Muscle Fiber Type: Influence on Contractile ans Metabolic Properties.** PlosBiology 2004 Volume 2 Issue 10 e337 e348

MARCELO JANINI, BENEDITO SERGIO DENADAI, SERGIO STELLA, MARCO TULIO DE MELLO. **Efeitos do treinamento aeróbio de alta intensidade sobre a economia de corrida em atletas de endurance.** Revista brasileira Ciência e Movimento. Brasília v.11 n.3 p. 53-56 2003

LUIZ GUILHERME ANTONACCI GUGLIELMO, CAMILA COELHO GRECO e BENEDITO SERGIO DENADAI. **Relação da potência aeróbica máxima e da força muscular com a economia de corrida em atletas de endurance.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte 2005 - vol 11

EDUARDO OLIVEIRA DE SOUZA, VALMOR TRICOLI, EMERSON FRANCHINI, ANDERSON CAETANO PAULO, MARCELO REGAZZINI e CARLOS UGRINOWITSCH. **Acute Effect of Two Aerobic Exercise Modes on Maximum Strenght and Strength Endurance.** Journal osStrenght and Conditioning Research, 2007, 21(4), 1286-1290

KYLE R. BARNES, WILL G. HOPKINS, MICHAEL R. MCGUIGAN, MARK E. NORTHUIS & ANDREW E. KILDING. **Effects of Resistance Training on Running Economy and Cross-country Performance.** Medicine & Science in Sports & Exercise

JUSSI S. MIKKOLA, HEIKKI K. RUSKO, ARI T. NUMMELA, LENNA M. PAAVOLAINEN, AND KEIJO HAKKINEN. **Concurrent Endurance and Explosive Type Strength Training Increases Activation and Fast Force Production of Leg Extensor Muscles in Endurance Athletes.** Journal of Strenght and Conditioning Research, 2007, 21(2), 613-620

MARIA FRANCESCA PIACENTINI, GIULIA DE IONANNON, STEFANIA COMOTTO, ALESSANDRO SPEDICATO, GIANLUCA VERNILLO & ANTONIO LA TORRE.

**Concurrent Strength and Endurance Training Effects on Running Economy in Master Endurance Runners.** Journal of Strength and Conditioning Research 2013.

SILVIA SEDANO, PEDRO J. MARIN, GONZALO CUADRADO & JUAN C. REDONDO. **Concurrent Training in Elite Male Runners: The Influence of Strength versus Muscular Endurance Training on Performance Outcomes.** Journal of Strength and Conditioning Research 2013

RODRIGO RAMÍREZ-CAMPILLO, CRISTIAN ÁLVAREZ, CARLOS HENRÍQUEZ-OLGUÍM, EDUARDO BÁEZ SAN MARTÍN, CRSTIAN MARTÍNEZ, DAVID CRISTÓBAL ANDRADE, MIKEL IZQUERDO. **Effects of plyometric training on endurance and explosive-strength performance in competitive middle and long distance runners.** Journal of Strength and Conditioning Research 2013

GREGOIRE P. MILLET, BERNARD JAOUEN, FABIO BORRANI & ROBIN CANDAU. **Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO<sup>2</sup>kinectics.** Medicine & Science in Sports & Exercise 2002.

KYLE R. BARNES, MICHAEL R. MCGUIGAN & ANDREW E. KILDING. **Lower Body Determinants of Running Economy in Male and Female Distance Runners.** Journal of Strength and Conditioning Research 2010

JOHN P. McCARTHY, MYRON A. POZNIAK, & JAMES C. AGRE. **Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training.** Medicine & Science in Sports & Exercise 2002.

RITVA S. TAIPALE, JUSSI MIKKOLA, TIINA SALO, LAURA HOKKA, VILLE VESTERINEN, WILLIAN J. KRAEMER, ARI NUMMELA & KEIJO HAKKINEN. **Mixed maximal and explosive strength in recreational endurance runners.**

VALÉRIA LEME GONÇALVES PANISSA, RÔMULO CÁSSIO DE MORAES BERTUZZI, FABIO SANTOS DE LIRA, URSULA FERREIRA JÚLIO E EMERSON FRANCHINI. **Exercício Concorrente: Análise do Efeito Agudo da Ordem de Execução Sobre o Gasto Energético Total.** Ciências do Exercício e do esporte 2008

WARREN B. YOUNG. **Transfer of Strength and Power Training to Sports Performance.** International Journal of Sports Physiology and Performance, 2006, 1:74-83. Human Kinectics, Inc.

J. MIKKOLA, H. RUSKO, A. NUMMELA, T. POLLARI, K. HAKKINEN. **Concurrent Endurance and Explosive Type Strength Training Improves Neuromuscular and Anaerobic Characteristics in Young Distance Runners.** Int J. Sports Med 2007; 28:602-611

R.S. TAIPALE, J.MIKKOLA, A. NUMMELA, V.VESTERINEN, B. CAPOSTAGNO, D. GITONGA, W.J. KRAEMER, K. HAKKINEN. **Strength Training in Endurance Runners.** Journal of Strength and Conditioning Research 2010; 31; 468-476

DEREK D. FERLEY, ROY W. OSBORN & MATTHEW D. VUKOVICH. **The Effects of Incline and Level-Grade High-Intensity Interval Treadmill Training on Running Economy and Muscle Power in Well-Trained Distance Runners.**Journal of Strength and Conditioning Research

GREGOIRE P. MILLET, BERNARD JAQUEN, FABIO BORRANI & ROBIN CANDAU. **Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and  $\dot{V}O_2$  kinetics.**Medicine & Science in Sports & Exercise 2002.

TACITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR; BENEDITO PEREIRA. **Modelos quantitativos e qualitativos do treinamento físico-esportivo. Sobrecarga, adaptação e ajustamento.** Brazilian Journal of Sport and Exercise, 2010,1(2): 150-157.

STEVEN J. FLECK & WILLIAM J. KRAEMER. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular.** Artmed 3 edição, 2006)

PUGH LG. **Oxygen intake in track and treadmill running with observations on the effect of air resistance.** J Physiol 1970; 207(3): 823-35.

HAUSSWIRTH C, BIGARD AX, LE CHEVALIER JM. **The Cosmed K4 telemetry system as an accurate device for oxygen uptake measurements during exercise.**Int J Sports Med 1997; 18 (6); 449-53.

POLLOCK ML. **Submaximal and maximal working capacity of elite distance runners. Part 1: cardiorespiratory aspects.** Ann N Y AcadSci 1977; 301:310-22).

DI PRAMPERO PE, CAPELLI C, PAGLIARO P. **Energetics of best performances in middle-distance running.** J ApplPhysiol 1993; 74(5);2318-24

WILLIAMS KR, CAVANAGH PR. **Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance.** J ApplPhysiol 1987; 63(3); 1236-45

WESTON AR, MBAMBO Z, MYBURGH KH, **Running Economy of African and Caucasian distance runners.** Med Sci Sports Exerc 2000; 32 (6): 1130-4

SPURRS RW, MURPHY AJ, WATSFORD ML. **The effect of plyometric training on distance running performance.**Eur J Appl 2003.

TURNER AM, OWINGS M, SCHWANE JA. **Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training.** Journal Strength Conditioning Research, 2003.

SLONIGER MA, CURETON KJ, PRIOR BM, EVANS EM. **Lower extremity muscle activation during horizontal and uphill running.**J ApplPhysiol 1997; 83,2073-2079.





AUTOR - ANO	AMOSTRA	MÉTODO DE INTERVENÇÃO	EFEITO NA EC
SEDANO et al. 2013	18 homens treinados (elite) VO <sub>2</sub> máx ≥ 65ml/kg/min	Pliometria Endurance TF 40% 1RM	Diferença significativa na EC no grupo que treinou pliometria e TF 40% 1RM
PIACENTINI et al. 2013	12 homens e 4 mulheres	TF máxima TF tradicional Grupo Controle	A EC aumentou 6,17% no grupo TF máxima. Não houve diferença nos demais grupos.
FERRAUTI et al. 2010	14 homens e 8 mulheres considerados corredores recreacionais	Grupo de T. Concorrente (Endurance + TF tradicional) versus Grupo de Endurance	Não houve alterações significativas na EC
TAIPALE et al. 2010	28 sujeitos treinaram durante 8 semanas	Treinamento periodizado TF máxima TF explosivo TF circuitado	A EC aumentou no grupo TF explosivo
KELLY CM et al. 2008	16 homens moderadamente treinados. 10 semanas	Grupo de TC (endurance + força máxima) Grupo de Treinamento de Endurance	Não houve alterações significativas na EC
MIKKOLA et al. 2007	25 jovens corredores (elite) VO <sub>2</sub> máx ≥ 65ml/kg/min 8 semanas	TC (explosivo + endurance) e Grupo de TE	Não houve alterações significativas na EC

AUTOR - ANO	AMOSTRA	MÉTODO DE INTERVENÇÃO	EFEITO NA EC
MILLET et al. 2002	15 triatletas. VO <sub>2</sub> máx ≥ 69ml/kg/min	TC ( TF máxima) T. Endurance	A EC aumentou no grupo TC
PAAVOLAINEN et al.1985	18 sujeitos moderadamente treinados	Grupo Experimental ( TF explosivo + TE) Grupo Controle	A EC aumentou no grupo TF explosivo
SPURRS et al. 2003	17 homens moderadamente treinados	Grupo Experimental (TF explosivo + TE) Grupo Controle	A EC aumentou no grupo TF explosivo
McCARTHLY JP et al. 1995	30 adultos sedentários	Grupo TF Grupo de TE Grupo TC	Não verificou a EC, mas o Vo <sub>2</sub> máx aumentou significativamente nos grupos TF e TC
GUGLIELMO LG et al. 2009	16 homens treinados	TF explosivo TF máxima	O TF máxima se mostrou mais efetivo que o TF explosivo na EC
PALMER CD et al. 2001	9 homens treinados	TF tradicional antes do TE	A EC é prejudicada por até 8 horas após TF tradicional
CAMPILLO et al. 2010	36 atletas com no mínimo 2 anos de experiência internacional	TF Pliométrico Grupo Controle	Não houve alterações significativas na EC mas houve alteração no tempo de exaustão

AUTOR - ANO	AMOSTRA	MÉTODO DE INTERVENÇÃO	EFEITO NA EC
JOHNSTON et al. 1995	12 mulheres treinadas	TF tradicional Grupo Controle	A EC aumentou no grupo TF tradicional
FERLEY et al. 2013	32 corredores VO <sub>2</sub> máx ≥ 65ml/kg/min	Treinamento específico usando inclinação como resistência.	A EC não se alterou
BARNES KR et al.2013	15 estudantes corredores	TF explosivo TF máxima	O TF explosivo foi mais efetivo
BARNES KR et al. 2013	20 corredores treinados	Treinamento específico usando inclinação como resistência.	A EC foi beneficiada

## REFERÊNCIAS

- ABE T, KOJIMA K, KEARNS CF. **Whole body muscle hypertrophy from resistance training: distribution and total 484-9 mass.** *New Stud Athl* 2005; 3: 21-39
- ADRINA W. MIDGLEY, LARS R. MCNAUGHTON, REMCO POLMAN & DAVID MARCHANT. **Criteria for Determination of Maximal Oxygen Uptake. A Brief Critique and Recommendations for Future Research.** *Sports Med* 2007; 37 (12): 1019-1028
- ANDREW M. JONES & HELEN CARTER. **The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness.** *Sports Med* 2000 p 373-386
- ANDEW C FRY. **The Role of Resistance Exercise Intensity on Muscle Fibre Adaptations.** *Sports Med* 2004;34(10): 663-679
- ALAN P. JUNG. **The Impact of Resistance Training on Distance Running Performance.** *Sports Med* 2003;33 (7): 539-552
- ALEXANDER FERRAUTI, MATHIAS BERGERMANN & JAIME FERNANDEZ-FERNADEZ. **Effects of A Concurrent Strength and Endurance Training on Running Performance and Running Economy in Recreational Marathon Runners.** *Journal of Strenght and Conditioning Research* 2010
- BENEDITO SÉRGIO DENADAI. **Prescrição do Treinamento Aeróbio: Teoria e Prática.** p 21; São Paulo. Guanabara Koogan 2005.
- BILLAT VL. **Current perspectives on performance improvement in the marathon: from universalisation to training optimisation.** *New Stud Athl* 2005; 3: 21-39
- BLAIR CREWETHER, JOHN CROMIN & JUSTIN KEOGH. **Possible Stimuli for Strenght and Power Adaptation.Acute Mechanical Responses.** *Sports Med* 2005; 35 (11): 967-989
- BULBULIAN R, WILCOX AR, DARABOS BL. **Anaerobic Contribution to Distance Runnig Performance of Trained Cross-Country Runners.** *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20:319-30
- DAVID A. GABRIEL, GARY KAMEN AND GAIL FROST. **Neural Adaptations to Resistive Exercise.Mechanisms and Recommendations for Training Practies.** *Sports Med* 2006; 36 (2) 133-149
- DAVID J. BENTLEY, JOHN NEWELL & DAVID BISHOP. **Incremental Exercise Test Design and Analysis. Implications for Performance Diagnostics in Endurance Athletes.** *Sports Med* 2007; 37 (7); 575-586
- DAVID R. BASSET, JR & EDWARD T. HOWLEY. **Limiting Factors For Maximum Oxygen Uptake and Determinants of Endurance Performance.** *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2000.

HOFF J, HELGERUD J, WISLOFF U. **Maximal Strength Training Improves Work Economy in Trained Female Cross-Country Skiers.** Med Sci Sports Exerc 1999; 31 (6): 870-7

JOHN CRONIN & GORD SLEIVERT. **Challenges in Understanding the Influence of Maximal Power Training on Improving Athletic Performance.** Sports Med 2005; 35 (3): 213-234

JOHNSTON RE, QUINN TJ, KERTZERR. **Strength Training in Female Distance Runners: Impact on Running Economy.** J Strength Cond Res 1997; 11 (4): 224-9

JONATHAN P. FOLLAND AND ALUN G. WILLIAMS. **The Adaptations to Strength Training. Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength.** Sports Med 2007; 37 (2): 145-168

KAIKKONEN H, YRJAMA M & SILJANDER E. **The Effect of Heart Rate Controlled Low Resistance Circuit Weight Training and Endurance on Maximal Aerobic Power in Sedentary Adults.** Scand J Med Sci Sports 2000

KRIS BERG. **Endurance Training and Performance in Runners. Research Limitations and Unanswered Questions.** Sports Med 2003; 33 (1): 59-73

KRISTINA KARSTOFT, THOMAS P. SOLOMON, MATHEW J. LAYE, AND BENTE K. PEDERSEN. **Daily Marathon Running For a Week - The Biochemical and Body Compositional Effects of Participation.** Journal of Strength and Conditioning Research 2013.

KRAEMER WJ, PATTON JF, GORDON SE. **Compatibility of adaptative responses with combining strength and endurance training.** J Appl Physiol 1995; 78: 976-89

MCCARTHY JP, AGRE JC, GRAF BK. **Compatibility of adaptative responses with combining strength and endurance training.** Med Sci Sports Exerc 1995; 27: 429-36

MICHAEL J. JOYNER & EDWARD F. COYLE. **Endurance Exercise Performance: The Physiology of Champions.** 2008 Journal of Physiology 586.1 p 35-44

MICHAEL LEVERITT, PETER J. ABERNETHY, BENJAMIN K. BARRY & PETER A. LOGAN. **Concurrent Strength and Endurance Training. A Review.** Sports Med 1999 Dec; 28 (6) 413-427

NELSON AG, ARNALL DA, LOY SF. **Consequences of combining strength and endurance training regimens.** Phys Ther 1990; 70: 287-94

NOAKES T. **Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective.** Med Sci Sports Exerc 1988; 20: 319-30.

PAUL B. GASTIN. **Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise.** Sports Med 2001

**PAAVOLAINEN L, HAKKINEN K, HAMALAINEN I, ET AL. Explosive Strength Training Improves 5km Running Time by Improving Running Economy and Muscle Power.** J ApplPhysiol 1999; 86(5): 1527-33

**PAUL B. LAURSEN & DAVID G. JENKINS. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes.** Sports Med 2002; 32 (1): 53-73

**PRUE CORMIE, MICHAEL R. MCGUIGAN & ROBERT U. NEWTON. Developing Maximal Neuromuscular Power.** Part 1 - Biological Basis of Maximal Power Production

**RON MAUGHAN, MICHAEL GLEESON & PAUL L. GREENHAFF. Biochemistry of Exercise & Training.** Oxford University Press. 2002. p 15-33

**RONALD E. JOHNSTON, MS; TIMOTY J. QUINN, PhD; ROBERT KERTZER, PhD & Neil B. Vroman, PhD. Improving Running Economy Through Strength Training.** 1995

**SHAUM MCMAHON AND DAVID JENKINS. Factors Affecting the Rate of Phosphocreatine Resynthesis Following Intense Exercise.** Sports Med 2002; 32 (12); 761-784

**SLONIGER MA, CURETON KJ, PRIOR BM, EVANS EM. Lower extremity muscle activation during horizontal and uphill running.** J ApplPhysiol 1997; 83, 2073-2079

**STEPHEN P. BIRD, KYLE M. TARPENNING AND FRANK E. MARINO. Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness. A Review of the Acute Programme Variables**

**ADRIAN W. MIDGLEY, LARS R. MCNAUGHTON & ANDREW M. JONES. Training to Enhance the Physiological Determinants of Long-Distance Running Performance. Can Valid Recommendations be Given to Runners and Coaches Based on Current Scientific knowledge?** Sports Med 2007; 37 (10): 857-880

**SLOBODAN JARIC. Muscle Strength Testing. Use of Normalisation for Body Size.** Sports Med 2002; 32 (10); 615-631

**ZUKO N. KUBUKELI, TIMOTHY D. NOAKES & STEVEN C. DENNIS. Training Techniques to Improve Endurance Exercise Performances.** Sports Med 2002; 32 (8): 489-509

**MARTA I.R. PEREIRA & PAULO S.C GOMES. Movement Velocity in Resistance Training.** Sports Med 2003; 33(6): 427-438

**ANGUS ROSS, MICHAEL LEVERITT & STEPHAN RICK. Neural Influences on Sprint Running. Training Adaptations and Acute Responses.** Sports Med; 31 (6)

PHILO U. SAUNDERS, DAVID B. PYNE, RICHARD D. TELFORD & JOHN A. HAWLEY. **Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners.** Sports Med 2004; 34(7); 465-485

BENEDITO SERGIO DENADAI, MARCELO JAININI ORTIZ e MARCO TÚLIO de MELLO. **Índices fisiológicos associados com a "performance" aeróbia em corredores de "endurance": efeitos da duração da prova.** Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte 2004.

MATHIAS WERNBOM, JESPER AUGUSTSSON & ROLAND THOMÉE. **The Influence of Frequency, Intensity, Volume and Mode osStrenght Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in humans.** Sports Med 2007 ;37 (3) 225-264

RANDALL L. WILBER. **Current Trends in Altitude Training.** Sports Med 2001;31 (4) 249-265

JULEEN R. ZIERATH, JOHN A. HAWLEY. **Skeletal Muscle Fiber Type: Influence on Contractile ans Metabolic Properties.** PlosBiology 2004 Volume 2 Issue 10 e337 e348

MARCELO JANINI, BENEDITO SERGIO DENADAI, SERGIO STELLA, MARCO TULIO DE MELLO. **Efeitos do treinamento aeróbio de alta intensidade sobre a economia de corrida em atletas de endurance.** Revista brasileira Ciência e Movimento. Brasília v.11 n.3 p. 53-56 2003

LUIZ GUILHERME ANTONACCI GUGLIELMO, CAMILA COELHO GRECO e BENEDITO SERGIO DENADAI. **Relação da potência aeróbica máxima e da força muscular com a economia de corrida em atletas de endurance.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte 2005 - vol 11

EDUARDO OLIVEIRA DE SOUZA, VALMOR TRICOLI, EMERSON FRANCHINI, ANDERSON CAETANO PAULO, MARCELO REGAZZINI e CARLOS UGRINOWITSCH. **Acute Effect of Two Aerobic Exercise Modes on Maximum Strenght and Strength Endurance.** Journal osStrenght and Conditioning Research, 2007, 21(4), 1286-1290

KYLE R. BARNES, WILL G. HOPKINS, MICHAEL R. MCGUIGAN, MARK E. NORTHUIS & ANDREW E. KILDING. **Effects of Resistance Training on Running Economy and Cross-country Performance.** Medicine & Science in Sports & Exercise

JUSSI S. MIKKOLA, HEIKKI K. RUSKO, ARI T. NUMMELA, LENNA M. PAAVOLAINEN, AND KEIJO HAKKINEN. **Concurrent Endurance and Explosive Type Strength Training Increases Activation and Fast Force Production of Leg Extensor Muscles in Endurance Athletes.** Journal of Strenght and Conditioning Research, 2007, 21(2), 613-620

MARIA FRANCESCA PIACENTINI, GIULIA DE IONANNON, STEFANIA COMOTTO, ALESSANDRO SPEDICATO, GIANLUCA VERNILLO & ANTONIO LA TORRE.



**Concurrent Strength and Endurance Training Effects on Running Economy in Master Endurance Runners.** Journal of Strength and Conditioning Research 2013.

SILVIA SEDANO, PEDRO J. MARIN, GONZALO CUADRADO & JUAN C. REDONDO. **Concurrent Training in Elite Male Runners: The Influence of Strength versus Muscular Endurance Training on Performance Outcomes.** Journal of Strength and Conditioning Research 2013

RODRIGO RAMÍREZ-CAMPILLO, CRISTIAN ÁLVAREZ, CARLOS HENRÍQUEZ-OLGUÍM, EDUARDO BÁEZ SAN MARTÍN, CRISTIAN MARTÍNEZ, DAVID CRISTÓBAL ANDRADE, MIKEL IZQUERDO. **Effects of plyometric training on endurance and explosive-strength performance in competitive middle and long distance runners.** Journal of Strength and Conditioning Research 2013

GREGOIRE P. MILLET, BERNARD JAOUEN, FABIO BORRANI & ROBIN CANDAU. **Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and  $VO_2$  kinetics.** Medicine & Science in Sports & Exercise 2002.

KYLE R. BARNES, MICHAEL R. MCGUIGAN & ANDREW E. KILDING. **Lower Body Determinants of Running Economy in Male and Female Distance Runners.** Journal of Strength and Conditioning Research 2010

JOHN P. McCARTHY, MYRON A. POZNIAK, & JAMES C. AGRE. **Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training.** Medicine & Science in Sports & Exercise 2002.

RITVA S. TAIPALE, JUSSI MIKKOLA, TIINA SALO, LAURA HOKKA, VILLE VESTERINEN, WILLIAM J. KRAEMER, ARI NUMMELA & KEIJO HAKKINEN. **Mixed maximal and explosive strength in recreational endurance runners.**

VALÉRIA LEME GONÇALVES PANISSA, RÔMULO CÁSSIO DE MORAES BERTUZZI, FABIO SANTOS DE LIRA, URSULA FERREIRA JÚLIO E EMERSON FRANCHINI. **Exercício Concorrente: Análise do Efeito Agudo da Ordem de Execução Sobre o Gasto Energético Total.** Ciências do Exercício e do esporte 2008

WARREN B. YOUNG. **Transfer of Strength and Power Training to Sports Performance.** International Journal of Sports Physiology and Performance, 2006, 1:74-83. Human Kinetics, Inc.

J. MIKKOLA, H. RUSKO, A. NUMMELA, T. POLLARI, K. HAKKINEN. **Concurrent Endurance and Explosive Type Strength Training Improves Neuromuscular and Anaerobic Characteristics in Young Distance Runners.** Int. J. Sports Med 2007; 28:602-611

R.S. TAIPALE, J. MIKKOLA, A. NUMMELA, V. VESTERINEN, B. CAPOSTAGNO, D. GITONGA, W.J. KRAEMER, K. HAKKINEN. **Strength Training in Endurance Runners.** Journal of Strength and Conditioning Research 2010; 31; 468-476

DEREK D. FERLEY, ROY W. OSBORN & MATTHEW D. VUKOVICH. **The Effects of Incline and Level-Grade High-Intensity Interval Treadmill Training on Running Economy and Muscle Power in Well-Trained Distance Runners.**Journal of Strength and Conditioning Research

GREGOIRE P. MILLET, BERNARD JAQUEN, FABIO BORRANI & ROBIN CANDAU. **Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and  $\dot{V}O_2$  kinetics.**Medicine & Science in Sports & Exercise 2002.

TACITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR; BENEDITO PEREIRA. **Modelos quantitativos e qualitativos do treinamento físico-esportivo. Sobrecarga, adaptação e ajustamento.** Brazilian Journal of Sport and Exercise, 2010,1(2): 150-157.

STEVEN J. FLECK & WILLIAM J. KRAEMER. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular.** Artmed 3 edição, 2006)

PUGH LG. **Oxygen intake in track and treadmill running with observations on the effect of air resistance.** J Physiol 1970; 207(3): 823-35.

HAUSSWIRTH C, BIGARD AX, LE CHEVALIER JM. **The Cosmed K4 telemetry system as an accurate device for oxygen uptake measurements during exercise.**Int J Sports Med 1997; 18 (6); 449-53.

POLLOCK ML. **Submaximal and maximal working capacity of elite distance runners. Part 1: cardiorespiratory aspects.** Ann N Y AcadSci 1977; 301:310-22).

DI PRAMPERO PE, CAPELLI C, PAGLIARO P. **Energetics of best performances in middle-distance running.** J ApplPhysiol 1993; 74(5);2318-24

WILLIAMS KR, CAVANAGH PR. **Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance.** J ApplPhysiol 1987; 63(3); 1236-45

WESTON AR, MBAMBO Z, MYBURGH KH, **Running Economy of African and Caucasian distance runners.** Med Sci Sports Exerc 2000; 32 (6): 1130-4

SPURRS RW, MURPHY AJ, WATSFORD ML. **The effect of plyometric training on distance running performance.**Eur J Appl 2003.

TURNER AM, OWINGS M, SCHWANE JA. **Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training.** Journal Strength Conditioning Research, 2003.

SLONIGER MA, CURETON KJ, PRIOR BM, EVANS EM. **Lower extremity muscle activation during horizontal and uphill running.**J ApplPhysiol 1997; 83,2073-2079.