

Treino de Corrida não Interfere no Desempenho de Força de Membros Superiores

ARTIGO ORIGINAL



Endurance Exercise Bout Does Not Interfere in Strength Performance of Upper Limbs

Leandro Luís Oliveira Raddi^{1*}
 Rodrigo Vitasovic Gomes^{2*}
 Mário Augusto Charro^{1,3}
 Reury Frank Pereira Bacurau⁴
 Marcelo Saldanha Aoki⁴

1. Curso de Educação Física, UniFMU, SP, Brasil.
2. Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.
3. Curso de Educação Física, Universidade IMES, São Caetano do Sul, Brasil.
4. Curso de Ciências da Atividade Física, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

* Leandro Luís Oliveira Raddi e Rodrigo Vitasovic Gomes contribuíram de forma semelhante para o desenvolvimento do presente estudo.

Endereço para correspondência:

Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki.
 Escola de Artes, Ciências e Humanidades, USP – Curso de Ciências da Atividade Física. Av. Arlindo Bettio, 1.000 – 03828-000 – São Paulo, SP.
 E-mail: saldanha.caf@usp.br

Submetido em 12/04/2006
 Versão final recebida em 23/05/2008
 Aceito em 05/07/2008

RESUMO

Objetivo: O presente estudo avaliou o efeito do exercício de *endurance* (corrida) sobre o subsequente desempenho de força de músculos dos membros superiores e do tronco. **Metodologia:** A amostra foi composta por 13 universitárias, saudáveis e fisicamente ativas. A primeira fase do experimento consistiu na realização de um teste de corrida, simulando uma sessão de treino, com duração de 45 minutos a 70% da FC_{MAX} . Imediatamente após a corrida, foram aplicados testes de força (dinamometria - preensão palmar, teste de 1-RM e teste de repetições máximas a 70%-1RM no supino). A glicemia foi mensurada no início do experimento e imediatamente antes dos testes de força. **Resultados:** Não foi observada diferença significativa no desempenho dos testes de força após o treino de corrida (dinamometria, 1-RM e REPMAX – *sem a prévia execução do treino de corrida* – $29,9 \pm 3,8$ kgf; $34,4 \pm 3,1$ kg; 1^oset: $12,5 \pm 3,3$ reps e 2^oset: $11,7 \pm 2,7$ reps *vs. com a prévia execução do treino de corrida* – $29,2 \pm 3,1$ kgf; $33,9 \pm 2,5$ kg; 1^oset: $13,2 \pm 2,1$ reps e 2^oset: $12,2 \pm 2,8$ reps). Com relação à glicemia, não foi detectada alteração significativa durante o experimento. **Conclusão:** A execução do treino de corrida não afetou o subsequente desempenho de força dos membros superiores e do tronco. Esse dado sugere que a interferência, freqüentemente, observada no exercício concorrente, é dependente do grupo muscular treinado. Possivelmente, o efeito adverso induzido pelo treino concorrente, realizado, exclusivamente, com membros inferiores, é decorrente da fadiga residual instalada nos músculos recrutados na atividade anterior. É importante ressaltar que a atividade de *endurance* não promoveu alteração na concentração plasmática de glicose. A manutenção da glicemia associada à ausência de interferência sobre o desempenho dos testes de força reforça, mais ainda, a hipótese de que o efeito adverso do treinamento concorrente é, provavelmente, causado por alterações periféricas músculo-específicas.

Palavras-chave: treinamento concorrente, interferência, *endurance*, força.

ABSTRACT

Aim: the present study evaluated the effect of endurance exercise (running) on the subsequent strength performance of muscles of upper limbs and trunk. Methodology: Thirteen healthy female, university students, physically active were selected to compose the sample. The first phase of the experiment the subjects were submitted to an endurance exercise bout (treadmill), simulating a training session, with duration of 45 minutes at 70% of the HR_{max} . Immediately after the endurance exercise bout, the subjects performed strength tests (Dynamometry test - handgrip, 1RM test and maximal repetitions test at 70%-1RM in the bench press). Glycemia was measured in the beginning of the experiment and immediately before the strength tests. Results: No significant difference was observed in the strength tests performance after the endurance exercise bout (Dynamometry, 1-RM and REPMAX - with no previous endurance exercise - 29.9 ± 3.8 kgf; 34.4 ± 3.1 kg; 1st set 12.5 ± 3.3 reps and 2nd set 11.7 ± 2.7 reps *vs. with previous endurance exercise* - 29.2 ± 3.1 kgf; 33.9 ± 2.5 kg; 1st set 13.2 ± 2.1 reps and 2nd set 12.2 ± 2.8 reps). Regarding glycemia, no significant alteration was observed during the experiment. Conclusion: the endurance exercise bout did not affect the subsequent strength performance of the upper limbs and trunk. This data suggests that the common interference observed in the concurrent training is dependent on which muscular group has been recruited. Possibly, the adverse effect induced by the concurrent training, exclusively performed with lower extremities, is due to the residual fatigue installed in the muscles recruited in the previous activity. It is important to highlight that endurance exercise did not promote alteration in the glucose plasma concentration. The glycemia maintenance associated with the lack of interference on the performance of the strength tests reinforces even more the hypothesis that the adverse effect of the concurrent training is probably caused by muscle-specific peripheral alterations.

Keywords: concurrent training, interference, endurance, strength.

INTRODUÇÃO

Atletas e indivíduos fisicamente ativos, freqüentemente, combinam a utilização de exercícios de *endurance* com exercícios de força na mesma sessão de treino^(1,2). Essa estratégia, extremamente difundida, é denominada treinamento concorrente.

De modo geral, as pesquisas demonstram que o treino de força não afeta a execução do subsequente treino de *endurance*^(1,3). Por outro lado, a maioria dos estudos que investigaram o treinamento concorrente verificou a existência de um efeito adverso da atividade de *endurance* sobre o posterior desempenho de força⁽⁴⁻⁸⁾.

O mecanismo que explicaria essa interferência deletéria sobre a subsequente produção de força ainda não foi totalmente elucidado. Em função disso, duas hipóteses foram propostas. A hipótese crônica defende que as adaptações induzidas por essas estratégias de treinamento físico são distintas, tanto em nível funcional, como morfológico. Nesse contexto, o organismo não conseguiria se adaptar a esses estímulos concorrentes de maneira adequada. Conseqüentemente, essa combinação de estímulos acarretaria prejuízo no processo crônico de adaptação ao treinamento físico^(1,9,10). As evidências experimentais que suportam essa hipótese são escassas⁽¹⁾.

Já a hipótese aguda atesta que a fadiga residual, decorrente da sessão prévia de exercício de *endurance*, impediria que a execução do exercício de força ocorresse em sua plenitude^(1,9). Essas reduções agudas na qualidade do treino de força comprometeriam o ganho de força ao longo do período de treinamento.

Considerando a hipótese aguda, nosso grupo investigou o efeito da ingestão de carboidratos durante a execução do exercício de *endurance* sobre o subsequente desempenho de força. Nossa hipótese era verificar se a ingestão de carboidratos poderia atenuar a depleção de glicogênio, dada a importância desse substrato para o exercício de força, conforme demonstrado anteriormente por diversos autores⁽¹¹⁻¹⁴⁾. Após um treino de corrida de 45 minutos, observamos redução (~40%) no número de repetições máximas no *leg-press* 45°.

No mesmo estudo, verificamos que a suplementação de carboidratos não foi capaz de atenuar a redução no desempenho de força, causado pela prévia execução da corrida⁽⁷⁾.

Seguindo a mesma linha de raciocínio (hipótese aguda), nosso grupo avaliou a influência da suplementação de creatina sobre a capacidade de realizar repetições máximas no *leg-press* 45°, após o treino de corrida. Neste estudo, demonstramos que parte do comprometimento está relacionada ao metabolismo da creatina-fosfato, uma vez que a suplementação de creatina anulou a interferência promovida pelo prévio treino de corrida sobre o desenvolvimento de força⁽⁸⁾.

Esses resultados reforçam a hipótese aguda, considerando que a mesma atesta que a limitação do treinamento concorrente não é praticar duas modalidades que sejam incompatíveis em termos de adaptação (hipótese crônica) e, sim, o fato de o primeiro treino impedir a realização plena do segundo (hipótese aguda)^(1,9,11).

Outro ponto importante relacionado à hipótese aguda é a possibilidade de o comprometimento do desempenho ocorrer, somente, quando o mesmo grupo muscular é recrutado, em ambas as atividades (*endurance* e força)^(1,9). Os dados disponíveis atualmente não permitem uma conclusão definitiva sobre tal implicação, pois a maioria dos trabalhos sobre treinamento concorrente estuda o mesmo grupo muscular submetido aos dois estímulos de treinamento. Por exemplo, realização do treino de corrida, seguido do exercício *leg-press*^(4,7-9). Poucos estudaram o efeito do treinamento concorrente em grupos musculares distintos.

O fato de as pesquisas serem conduzidas utilizando modelos de exercícios que recrutam o mesmo grupo muscular incita um ques-

tionamento. Será que as alterações induzidas pelo exercício de *endurance*, realizado com membros inferiores, afetaria o subsequente desempenho de força em um exercício realizado com membros superiores?

Essa questão é extremamente relevante para a prescrição/periodização do treinamento concorrente. Caso a interferência não ocorra quando grupos musculares diferentes são recrutados (ex.: exercício de *endurance* com membros inferiores e exercício de força com membros superiores), esta será uma possível alternativa para organizar as sessões de treino, visando minimizar o efeito adverso observado no treinamento concorrente. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de uma sessão de treino de *endurance* com membros inferiores (treino de corrida) sobre o desempenho de força de músculos dos membros superiores e do tronco.

MÉTODOS

Sujeitos

Foram selecionadas 13 universitárias (167,3 ± 7,8cm; 65,2 ± 5,6kg; 21,1 ± 3,2 anos), fisicamente ativas, do curso de Educação Física do Centro Universitário UniFMU. O protocolo experimental foi aprovado pela comissão de ética em pesquisa envolvendo seres humanos do UniFMU (CAAE nº 0003.0.254.000-05). Seguindo a resolução (nº 196/96), todas as participantes foram informadas, detalhadamente, sobre os procedimentos utilizados. Os sujeitos experimentais concordaram em participar de maneira voluntária do estudo, assinando um termo de consentimento informado e proteção de privacidade.

Determinação de freqüência cardíaca máxima (FC_{MAX})

O teste para a determinação da FC_{MAX} foi realizado em esteira rolante de marca *Quintom/Medtrack*®-ST 65 com inclinação constante de 2%. Foram realizados três minutos de aquecimento em velocidade de 5km.h⁻¹. Após essa fase, a velocidade da esteira foi aumentada em 1km.h⁻¹, a cada 60 segundos, até a fadiga voluntária ser alcançada⁽¹⁵⁾. O maior valor registrado no freqüencímetro no momento da fadiga foi considerado como a FC_{MAX}.

Determinação do valor de 1-RM e da capacidade de repetição máxima

Após um breve alongamento e aquecimento, o valor referente ao 1-RM foi determinado após a execução de 3-5 tentativas consecutivas, com pausas de 180 segundos⁽¹⁶⁾. O maior valor observado foi utilizado como critério para avaliação⁽¹⁶⁾. Posteriormente, foi calculado o valor percentual equivalente a 70% do valor de 1-RM, para a execução das duas séries de repetições máximas, com intervalos de 120 segundos. A capacidade de repetição máxima foi determinada pela exaustão e/ou capacidade de manter o padrão de movimento, em duas séries consecutivas.

Determinação da contração voluntária máxima no dinamômetro de prensão palmar

A força de membros superiores foi determinada por meio do dinamômetro de prensão palmar (*Hand-Grip Dynamometer TTK5001*®, Takei Company, Tóquio)⁽¹⁷⁾. O teste foi realizado com o braço dominante do sujeito experimental. Durante o teste, o sujeito permaneceu sentado, com o braço apoiado em uma mesa, com a palma da mão virada para cima. Nessa posição, foi solicitado que o indivíduo avaliado realizasse prensão palmar com a maior força possível. Foram realizadas três tentativas consecutivas, com uma pausa de 60 segundos, sendo considerado o maior valor obtido⁽¹⁷⁾.

Determinação da concentração de glicose no plasma

Foi utilizado o monitor *Accu-Chek Advantage*[®] (Roche, Brasil), com suas respectivas tiras, seguindo as instruções de uso. A concentração plasmática (mg.dL⁻¹) foi determinada a partir do princípio de bioamperometria. A glicemia foi aferida no início do experimento (1ª coleta) e imediatamente antes dos testes de força (2ª coleta).

Arranjo experimental

Primeiro, foram conduzidos os testes iniciais (frequência cardíaca máxima e força) em dias separados, respeitando o intervalo de quatro dias. Após uma semana do último teste, os participantes realizaram uma corrida com duração de 45 minutos, em um intervalo de intensidade equivalente a 70-75% da FC_{MAX}. Ao término da corrida, a produção de força foi, imediatamente, determinada no dinamômetro de preensão palmar e no supino reto (1RM e REPMAX 70%-1RM).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio do software *GraphPad-Prism*[®]. Foi aplicado o teste *t* de Student pareado. O nível de significância estipulado foi de $p < 0,05$. Os resultados estão expressos em média \pm desvio-padrão.

RESULTADOS

Não foi observada diferença significativa no desempenho dos testes de força após o treino de corrida (dinamometria, 1-RM e REPMAX – sem a prévia execução do treino de corrida – 29,9 \pm 3,8 kgf; 34,4 \pm 3,1 kg; 1ªset: 12,5 \pm 3,3 reps e 2ªset: 11,7 \pm 2,7 reps vs. com a prévia execução do treino de corrida – 29,2 \pm 3,1 kgf; 33,9 \pm 2,5 kg; 1ªset: 13,2 \pm 2,1 reps e 2ªset: 12,2 \pm 2,8 reps). Também não foi detectada alteração significativa na glicemia entre a situação de repouso e o momento antes dos testes de força.

Tabela 1. Dinamometria (preensão palmar) (kgf) e teste de 1-RM (supino) (kg) sem prévia execução do treino de corrida (SC) e com prévia execução do treino de corrida (CC)

CVM	SC (n = 13)	CC (n = 13)
Dinamometria (kgf)	29,9 \pm 3,8	29,2 \pm 3,1
Teste de 1-RM (kg)	34,4 \pm 3,1	33,9 \pm 2,5

Resultados expressos em média \pm desvio-padrão.

DISCUSSÃO

Embora exista grande interesse sobre as adaptações induzidas pelo treinamento concorrente, os mecanismos envolvidos em tais respostas permanecem obscuros^(1,2,13). Alguns estudos recentes sugerem que as adaptações em nível molecular, tais como, a ativação da AMPK e a inibição da quinase mTOR, explicariam a concorrência entre os estímulos^(19,20). Atualmente, existem duas hipóteses principais que tentam explicar a interferência deletéria observada nesse tipo de treinamento físico^(1,2).

A hipótese crônica defende o pressuposto de que o efeito deletério (atenuação da aquisição/desenvolvimento da força) ocorre pela impossibilidade de o organismo promover os dois tipos diferentes de adaptações simultaneamente^(1,2). Até o presente momento, poucas evidências suportam essa hipótese⁽¹⁾. Por outro lado, a hipótese aguda propõe que o comprometimento ocorre em função

de o componente de *endurance* do treinamento concorrente impedir o subsequente desenvolvimento de tensão do componente de força⁽⁹⁾. Estudos prévios, realizados no nosso laboratório, reforçam a hipótese aguda de interferência^(7,8). Nesses estudos, foi observado que a sessão de treino de *endurance* (corrida) atenua o desempenho subsequente de força (*leg-press*)^(7,8). Embora, essa interferência não seja, geralmente, observada quando a atividade prévia é o treino de força^(1,3).

A hipótese aguda foi proposta por Craig *et al.*⁽⁹⁾ após a constatação de que o treino de corrida promovia inibição da força de membros inferiores, mas não de membros superiores. Esses autores propuseram que a fadiga residual do treino prévio estaria restrita apenas à musculatura treinada. Conseqüentemente, segundo Craig *et al.*⁽⁹⁾, o treino realizado com membros inferiores não influenciaria o desempenho de membros superiores e vice-versa. Essa variável, relacionada com os músculos que são recrutados na sessão de treino, tem sido pouco investigada^(2,6). A maioria dos estudos que investiga o treinamento concorrente utiliza os mesmos grupos musculares (ex.: corrida seguida de extensão do joelho).

Tabela 2. Número máximo de repetições a 70% do valor de 1-RM no supino sem prévia execução do treino de corrida (SC) e com prévia execução do treino de corrida (CC)

REPMAX (70%-1RM)	SC (n = 13)	CC (n = 13)
1ª set (reps)	12,5 \pm 3,3	13,2 \pm 2,1
2ª set (reps)	11,7 \pm 2,7	12,2 \pm 2,8

Resultados expressos em média \pm desvio-padrão.

Portanto, caso seja comprovado que o comprometimento é “músculo-específico”, este fato representará uma alternativa interessante para prescrição do treinamento concorrente. Se produção de força depende do músculo recrutado previamente na atividade aeróbia, a sessão de treino deverá priorizar a realização da atividade de *endurance* com membros inferiores e, do treino de força, com membros superiores. Os resultados do presente estudo corroboram os achados de Craig *et al.*⁽⁹⁾, o comprometimento da força não foi observado, quando grupos musculares distintos foram recrutados.

Além disso, ainda considerando a organização do treino, mesmo nos estudos, nos quais, foram utilizados os mesmos músculos, já foi demonstrado que o efeito de adverso do treino de *endurance* sobre a produção de força não está mais presente após 8 horas⁽²¹⁾. Logo, o tempo de intervalo entre os estímulos é mais um fator que está relacionado com a interferência evidenciada no treinamento concorrente. Para Docherty e Sporer⁽²⁾, outras variáveis como o gênero, o nível de treinamento, a duração e frequência do treinamento, o modo de treinamento também precisam ser levadas em consideração ao investigar esse complexo fenômeno.

Embora seja pouco provável que as alterações promovidas nos músculos da perna (ex: redução de substratos energéticos e/ou ocorrência de microlesões) pudessem interferir na produção de força dos músculos do braço e do peitoral, ainda existiria a possibilidade de o exercício de *endurance* afetar, de alguma maneira, o sistema nervoso. Nessa situação, seria plausível esperar o comprometimento da produção de força^(11,22,23). Por exemplo, caso ocorra redução da glicemia durante o exercício de *endurance*, a menor disponibilidade desse substrato poderia afetar o funcionamento do sistema nervoso,

Tabela 3. Glicemia (mg.dL⁻¹) no início do experimento (1ª coleta) e imediatamente antes da dinamometria (2ª coleta) sem prévia execução do treino de corrida (SC) e com prévia execução do treino de corrida (CC)

Glicemia	SC (n = 13)	CC (n = 13)
1ª coleta (mg.dL ⁻¹)	83,4 ± 9,6	77,3 ± 10,9
2ª coleta (mg.dL ⁻¹)	81,7 ± 6,3	75,6 ± 8,4

Resultados expressos em média ± desvio-padrão.

atenuando a produção de força⁽²²⁾. No presente estudo, a atividade de *endurance* prévia não promoveu alteração na concentração plasmática de glicose no momento do teste de força. Esse fato, somado à ausência de interferência no treino concorrente executado com membros alternados, reforça a proposta da hipótese aguda (músculo-específica).

Apesar de o exercício de *endurance* (treino de corrida) não afetar a execução do supino, vale reportar que neste estudo também foi observada redução (~33%) no número de repetições máximas no *leg-press* 45° (dados não apresentados). Da mesma forma que nos estudos anteriores conduzidos pelo nosso grupo^(7,8), no presente estudo, foi verificado o efeito adverso do exercício de *endurance* sobre o desempenho de força, quando os mesmos membros são recrutados.

Outro resultado interessante foi a ausência de interferência do treino de *endurance* para dois tipos diferentes de força: isométrica (dinamômetro) e dinâmica (supino). Leveritt *et al.*⁽²¹⁾ demonstraram que os diferentes tipos de força são afetados de forma distinta pela prévia execução do treino de *endurance*. Esse padrão de resposta diferenciado entre as manifestações da força muscular não foi evidenciado no presente estudo. Vale lembrar que, ao contrário deste estudo, Leveritt *et al.*⁽²¹⁾ utilizaram o mesmo grupo muscular nas duas atividades.

Portanto, os resultados obtidos sugerem que é possível realizar o treino concorrente na mesma sessão, sem o comprometimento da atividade subsequente. Para tanto, a recomendação, baseada nos resultados apresentados, é de que sejam utilizados músculos alternados (membros inferiores e membros superiores). Esse dado é bastante relevante, pois é muito comum, por exemplo, em academias de ginástica, a realização de uma parte inicial da rotina de treino em esteiras e bicicletas ergométricas que, posteriormente, é complementada pelo treino de força.

Uma limitação do presente estudo é extrapolar esses dados para atletas, uma vez que a intensidade e a duração dos exercícios realizados (*endurance* e força) foram inferiores àquelas preconizadas no treinamento de alto rendimento. Porém, por outro lado, a intensidade e a duração foram similares ao que é prescrito, em academias de ginástica, para indivíduos fisicamente ativos. Nessa situação específica, na qual os músculos treinados são diferentes, provavelmente, não haverá interferência da atividade de *endurance* sobre o desempenho de força.

CONCLUSÃO

Em conclusão, o treino de corrida não afetou o desempenho de força máxima (isométrica e dinâmica) dos músculos pertencentes aos membros superiores e ao tronco. Também não foi observada alteração no desempenho de repetições máximas. Os resultados do presente estudo indicam que a interferência observada em uma sessão de treino concorrente apresenta caráter músculo-específico, reforçando a proposta da hipótese aguda.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance training. *Sports Med* 1999;28:413-27.
- Docherty D, Sporer B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med* 2000;30:385-94.
- Gomes RV, Matsudo SMM, Almeida VCS, Aoki MS. Suplementação de carboidratos associada ao exercício de força não afeta o subsequente desempenho no teste de potência aeróbia. *R Bras Ci Mov* 2003;11:67-72.
- Asfour SS, Ayoub MM, Mital A. Effects of endurance and strength training programme on lifting capabilities of males. *Ergonomics* 1984;27:435-42.
- Bell G, Syrotvik D, Socha T, Maclean I, Art Quinney H. Effect of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. *J Strength Cond Res* 1997;11:57-64.
- Gleeson NP, Thomas R, Mercer TH, Rakowski S, Rees D. Influence of acute endurance activity on leg neuromuscular and musculoskeletal performance. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:596-608.
- Aoki MS, Pontes Jr FL, Navarro F, Uchida MC, Bacurau RFP. Suplementação de carboidrato não reverte o efeito deletério do exercício de endurance sobre o subsequente desempenho de força. *Rev Bras Med Esporte* 2003;9:282-7.
- Gomes RV, Aoki MS. Suplementação de creatina anula o efeito adverso do exercício de endurance sobre o subsequente desempenho de força. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11:131-4.
- Craig BW, Lucas J, Pohlman R, Stelling H. The effects of running, weightlifting and a combination of both on growth hormone release. *J Appl Sport Sci Res* 1991;5:198-203.
- Tanaka H, Swensen T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training? *Sports Med* 1998;25:191-200.
- Leveritt M, Abernethy P. Effects of carbohydrate restriction on strength performance. *J Strength Cond Res* 1999;13:52-7.
- Haff GG, Stone MH, Warren BJ, Keith R, Johnson RL, Nieman DC. The effect of carbohydrate supplementation on multiple sessions and bouts of resistance exercise. *J Strength Cond Res* 1999;13:112-7.
- Schell TC, Wright G, Martino P, Ryder J, Craig BW. Postexercise glucose, insulin, and C-peptide responses to carbohydrate supplementation: running vs. resistance exercise. *J Strength Cond Res* 1999;13:372-80.
- Burke LM, Cox GR, Cummings NK, Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake. Do athletes achieve them? *Sports Med* 2001;31:267-99.
- Davis JA, Whipp BJ, Lamarra N, Huntsman DJ, Frank MH, Wasserman K. Effect of ramp slope on determination of aerobic parameters from the ramp exercise test. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:339-43.
- Harman E, Garhammer J, Pandorf G. Administration, scoring, and interpretation of selected tests. In: Baechle TR, Earle RW, editors. *Essentials of strength training and conditioning*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 2000;287-318.
- Sale DG, Jacobs I, MacDougall JD, Garner S. Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:348-56.
- Barbosa AR, Souza JMP, Lebrão ML; Laurenti R; Marucci MFL. Functional limitations of Brazilian elderly by age and gender differences: data from SABE Survey. *Cad Saúde Pública* 2005;21:1177-85.
- Baar K. Training for endurance and strength: lessons from cell signaling. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1939-44.
- Nader GA. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1965-70.
- Leveritt M, MacLaughlin H, Abernethy PJ. Changes in leg strength 8 and 32 h after endurance exercise. *J Sports Sci* 2000;18:865-71.
- Leveritt M, Abernethy PJ. Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. *J Strength Cond Res* 1999;13:47-51.
- Davis JM. Nutrition, neurotransmitters and central nervous system fatigue. In: Maughan RJ, editor. *Nutrition in sport*. Oxford: Blackwell Science, 2000;171-83.