

Suplementação de carboidrato não reverte o efeito deletério do exercício de *endurance* sobre o subsequente desempenho de força

Marcelo Saldanha Aoki^{1,3}, Francisco Luciano Pontes Jr.^{1,2},
Francisco Navarro^{1,2,3}, Marco Carlos Uchida^{1,3} e Reury Frank Pereira Bacurau^{1,2}

RESUMO

Estudos disponíveis na literatura demonstram que a realização prévia de um exercício de *endurance* afeta de modo adverso o desempenho no exercício de força subsequente. Tal ocorrência pode estar relacionada a mudanças metabólicas induzidas pelo exercício de *endurance*. O objetivo deste trabalho foi verificar se a ingestão de carboidrato (CHO) pode atenuar os efeitos de uma sessão aguda de exercício de *endurance* sobre o desempenho de força. A fim de testar essa hipótese, seis estudantes universitárias (164 ± 5,9cm; 64,9 ± 7,2kg), com experiência em treinamento de força, foram submetidas a um teste para a determinação do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (44 ± 4,3ml.min⁻¹) e um teste de 1-RM para o *leg press* (186 ± 22,5kg) seguido de um teste de repetições máximas (duas séries de *leg press* realizado a 70% de 1-RM até exaustão – 1ª série 21 ± 2,6 e 2ª série 11 ± 1,9 repetições) em dias diferentes. Seguindo um protocolo duplo-cego, os sujeitos foram submetidos a duas condições experimentais, recebendo uma bebida placebo (P) ou outra contendo carboidrato (6% – maltodextrina), antes (500ml) e durante (500ml) a realização de uma sessão de exercício de *endurance* (corrida em esteira 70% do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ por 45 minutos). Em seguida ao exercício de *endurance*, os indivíduos realizaram um teste de 1-RM seguido pelo teste de repetições

máximas. Não foram observadas mudanças no teste de 1-RM e na concentração plasmática de glicose entre as condições experimentais (P x CHO). O número de repetições máximas a 70%-1RM apresentou decréscimo nas duas situações (P – 1ª série 13 ± 2,9 repetições e 2ª série 6 ± 2,1 repetições; CHO – 1ª série 15 ± 2,5 repetições e 2ª série 7 ± 1,7 repetições, p < 0,05), não havendo diferença entre ambas. Uma sessão de exercício de *endurance* (intensidade moderada e longa duração) realizada previamente afeta de modo negativo a capacidade de realizar repetições máximas. Independente do mecanismo envolvido na redução do número de repetições máximas, o consumo de carboidrato foi incapaz de reverter esse efeito prejudicial.

Palavras-chave: Exercício de *endurance*. Exercício de força. Carboidrato. Suplementação.

RESUMEN

Suministrar carbohidratos no revierte el efecto destructivo del ejercicio de *endurance* sobre el subsiguiente desempeño de fuerza

Los estudios disponibles en la literatura demuestran que la realización previa de un ejercicio de *endurance* afecta de modo adverso el desempeño en el ejercicio de fuerza subsiguiente. Tal ocurrencia puede estar relacionada a cambios metabólicos inducidos por el ejercicio de *endurance*. Nuestro objetivo fue verificar si el ingerir carbohidratos (CHO) puede atenuar los efectos de una sesión aguda de ejercicio de *endurance* sobre el desempeño de fuerza. Con el fin de verificar esta hipótesis, 6 estudiantes universitarias (164 ± 5,9cm; 64,9 ± 7,2kg), con experiencia en entrenamiento de fuerza, fueron sometidas a un test para determinar el $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (44 ± 4,3ml.min⁻¹) y a un test de 1-RM para *leg press* (186 ± 22,5kg) seguido de un test de repeticiones máximas (2 series de *leg press* realizado a 70% de 1-RM hasta el cansancio – 1ª serie 21 ± 2,6 y 2ª serie 11 ± 1,9 repeticiones) en días diferentes. Siguiendo un procedimiento doble-cego los voluntarios fueron sometidos a dos condiciones experimentales, recibiendo una bebida place-

1. Laboratório de Fisiologia do Exercício – Faculdade de Educação Física – Centro Universitário UniFMU, São Paulo, SP.
2. Programa de Pós-graduação *Lato Sensu* – Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, RJ.
3. Instituto de Ciências Biomédicas – USP, São Paulo, SP.

Recebido em 14/4/03

2ª versão recebida em 25/9/03

Aceito em 27/9/03

Endereço para correspondência:

Marcelo Saldanha Aoki
Prédio 20 – Educação Física – UniFMU
Laboratório de Fisiologia do Exercício
Rua Galvão Bueno, 707 – Liberdade
01506-000 – São Paulo, SP
E-mail: msaoki@usp.br

bo (P) u otra conteniendo carbohidratos (6% – maltodextrina), antes (500ml) y durante (500ml) la realización de una sesión de ejercicio de endurance (carrera en trotadores, 70% de $\dot{V}O_{2pico}$ por 45 minutos). Después del ejercicio de endurance, los voluntarios realizaron un test de 1-RM seguido del test de repeticiones máximas. No se observaron cambios en el test de 1-RM o en la concentración plasmática de glicosis entre las condiciones experimentales (P x CHO). El número de repeticiones máximas a 70%-1RM presentó disminución en ambas situaciones (P – 1ª serie $13 \pm 2,9$ reps y 2ª serie $6 \pm 2,1$ reps; CHO – 1ª serie $15 \pm 2,5$ reps y 2ª serie $7 \pm 1,7$ reps, $p < 0,05$), no habiendo diferencia entre ellas. Una sesión de ejercicio de endurance (intensidad moderada) realizada previamente afecta de modo negativo la capacidad de repeticiones máximas. Independiente del mecanismo, el consumo de carbohidratos fue incapaz de revertir ese efecto perjudicial.

Palabras clave: Ejercicio de endurance. Ejercicio de fuerza. Carbohidratos. Suministro.

INTRODUÇÃO

Diversos estudos demonstram que o exercício de *endurance* realizado previamente ao exercício de força exerce efeitos deletérios neste último, como a redução do desempenho agudo em testes específicos. Uma possível explicação para tal fato é que uma sessão de *endurance* promoveria mudanças metabólicas agudas durante a sessão de treinamento de força subsequente¹.

Em exercícios de longa duração (21-160 minutos), também conhecidos como exercícios de *endurance*, os fatores mais prováveis na etiologia da fadiga são: o estresse térmico, a desidratação, percentagem do $\dot{V}O_{2máx}$ no qual se exercita, o limiar de lactato do indivíduo, a percentagem de fibras do tipo I recrutadas, a biomecânica da corrida e o conteúdo de glicogênio no organismo (muscular e hepático)^{2,3}. Por outro lado, sabe-se que atividades com duração de 30-180 segundos são afetadas por fatores como a motivação-determinação e a disponibilidade de creatina-fosfato e glicogênio muscular².

Portanto, a depleção dos estoques de glicogênio (variável afetada pelo exercício de *endurance*) poderia estar relacionada com o comprometimento no desempenho de força, uma vez que se acredita que tal interferência esteja relacionada ao metabolismo energético¹. Essa hipótese é apoiada pelo fato de já ter sido demonstrado que diminuição significativa do glicogênio muscular afeta o trabalho de força em situações nas quais o estoque inicial de glicogênio é reduzido através de manipulação dietética ou quando o volume do treino é maior⁴. Além do conteúdo inicial

de glicogênio, considerado fator limitante do desempenho de força, o carboidrato também poderia afetar a produção de força por meio da alteração da funcionalidade do sistema nervoso central através da alteração da glicemia⁵⁻⁷. Porém, até o presente momento a hipótese de que o comprometimento do exercício de *endurance* sobre o desempenho do exercício de força está relacionado ao metabolismo de carboidratos ainda não foi testada.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar se o consumo de carboidrato pode atenuar os efeitos do exercício de *endurance* sobre o desenvolvimento subsequente de força durante uma sessão aguda.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Foram selecionadas seis universitárias ($164 \pm 5,9$ cm; $64,9 \pm 7,2$ kg; $22,4 \pm 3,8$ anos), fisicamente ativas ($\dot{V}O_{2pico}$ $44 \pm 4,3$ ml.min⁻¹) e com experiência mínima de dois anos em treinamento de força. A seleção da amostra foi realizada por meio de questionário, no qual era avaliado o consumo de outros suplementos nutricionais e de substâncias controladas. O protocolo experimental foi aprovado pela comissão de ética em pesquisa envolvendo seres humanos (CEPSH) do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (Ofício 051.00). Seguindo a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96), todos os participantes foram informados detalhadamente sobre os procedimentos utilizados e concordaram em participar de maneira voluntária do estudo, assinando um termo de consentimento informado e proteção da privacidade.

Determinação do $\dot{V}O_2$ de pico

Todos os participantes do estudo foram inicialmente submetidos a um teste ergoespirométrico para determinação da potência aeróbica máxima de trabalho. Durante todo o teste, os gases expirados foram coletados pelo método direto de circuito aberto e analisados respiração a respiração pelo analisador de gases da marca *Quintom-QMC*. Foi considerado como o consumo de oxigênio de pico ($\dot{V}O_2$ de pico) o maior valor do consumo de oxigênio calculado em médias de 30 segundos. O teste foi realizado em esteira rolante de marca *Quintom/Medtrack-ST65* com inclinação constante de 2%. Foram realizados três minutos de aquecimento numa velocidade de 5km.h⁻¹; após essa fase a velocidade da esteira foi aumentada 1km.h⁻¹ a cada minuto até a fadiga voluntária ser alcançada⁸.

Determinação de 1-RM e da capacidade de repetição máxima

Após um breve alongamento e aquecimento, a carga máxima (1-RM) foi determinada através de três tentativas

crescentes no exercício *leg press* 45° com intervalo de três minutos⁹. Posteriormente, foi calculado o valor percentual equivalente a 70% da carga máxima (70%-1RM) para a execução das duas séries de repetição máxima com intervalo de noventa segundos. A capacidade de repetição máxima foi determinada pela exaustão ou incapacidade de manter o padrão do movimento. Esses testes iniciais (valores de referência) foram realizados três dias após o teste para determinação do $\dot{V}O_2$ de pico.

Protocolo de suplementação

Os participantes receberam uma dieta controlada (70% de carboidratos, 15% de lipídios e 15% de proteínas) um dia antes dos experimentos com administração de placebo ou carboidrato¹⁰. A suplementação de carboidrato foi conduzida conforme o modelo duplo-cego. Foi administrada solução de carboidrato a 6% (60g de maltodextrina.L⁻¹) ou solução de placebo doce, 60 minutos antes (500ml) e durante (500ml) o exercício de *endurance*.

Determinação da concentração de glicose no sangue

Foi utilizado o monitor *Advantage*[®] com suas respectivas tiras, seguindo as instruções de uso. A concentração de glicose plasmática (mg.dL⁻¹) foi determinada a partir do princípio de bioamperometria, no qual a glicose é transformada pela glicose desidrogenase em glicolactona. A glicemia foi acessada em quatro momentos: coleta 1 – duas horas antes do exercício de *endurance*; coleta 2 – imediatamente antes do exercício de *endurance*; coleta 3 – imediatamente antes do exercício de força; e coleta 4 – final do exercício de força.

Arranjo experimental

Uma semana após a determinação de 1-RM no *leg press*, foram realizados experimentos em duas ocasiões diferentes separadas também por uma semana de intervalo. A administração do suplemento de carboidrato foi determinada aleatoriamente. As participantes receberam o suplemento (P ou CHO) 60 minutos antes e durante o exercício de *endurance* realizado a 70% do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$. Ao término do exercício de *endurance*, foi realizado o teste de carga máxima para comparação com o valor de 1-RM verificado anteriormente (teste inicial). Em seguida, foram realizadas duas séries de repetições máximas a 70% 1-RM separadas por um intervalo de 90 segundos para a comparação com o valor referente ao teste inicial. Após sete dias, o experimento foi repetido com apenas a inversão do suplemento oferecido no teste inicial.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada através do *software GraphPad-Prism*[™]. Os resultados foram submetidos à aná-

lise de variância e posteriormente ao pós-teste de Tukey. O intervalo de significância estipulado foi de $p < 0,05$. Os resultados estão expressos em média \pm desvio padrão.

RESULTADOS

Independentemente da ingestão de carboidrato ou placebo, não foi observada mudança no resultado do teste de 1-RM realizado imediatamente após o exercício de *endurance* (tabela 1). Com relação à resistência muscular localizada foi observado declínio no número de repetições máximas a 70%-1RM em ambas as situações (placebo e CHO) em relação ao teste inicial ($p < 0,05$) (tabela 2). A redução da capacidade de realizar repetições máximas

TABELA 1
Determinação da carga máxima (1-RM) no *leg press* 45°

Carga máxima	1RM (kg)
Teste inicial (n = 6)	186 \pm 22,5
Placebo (n = 6)	191 \pm 19,7
CHO (n = 6)	189 \pm 23,8

n = número de indivíduos, dados expressos em média \pm desvio padrão.

TABELA 2
Determinação do número máximo de repetições a 70%-1RM no *leg press* 45°

Repetições máximas (70%-1RM)	1° set 2° set (repetições)	
	Teste inicial (n = 6)	21 \pm 2,6
Placebo (n = 6)	13 \pm 2,9*	6 \pm 2,1*
CHO (n = 6)	15 \pm 2,5*	7 \pm 1,7*

n = número de indivíduos, dados expressos em média \pm desvio padrão.

* $p < 0,05$ em relação ao teste inicial.

TABELA 3
Concentração de glicose no sangue. Coleta 1 – duas horas antes do exercício de *endurance*; Coleta 2 – imediatamente antes do exercício de *endurance*; Coleta 3 – imediatamente antes do exercício de força; e Coleta 4 – final do exercício de força

Glicemia	1 2 3 4 (mg.dL ⁻¹)			
	Placebo (n = 6)	92 \pm 10,1	89 \pm 13,0	98 \pm 15,1
CHO (n = 6)	96 \pm 13,7	110 \pm 16,6	91 \pm 9,8	95 \pm 9,0

n = número de indivíduos, dados expressos em média \pm desvio padrão.

(70%-1RM) foi similar, não havendo diferença estatística, tanto no experimento no qual foi administrado placebo como no que foi administrada maltodextrina. A glicemia durante ambos os experimentos não sofreu alteração (tabela 3).

DISCUSSÃO

Uma dúvida freqüente entre os indivíduos envolvidos em programas de treinamento de força é qual a influência da realização de um exercício submáximo de longa duração (*endurance*) sobre o subsequente desempenho de força. Alguns estudos previamente realizados já discutiram esta questão^{1,11,12}. Esses estudos demonstraram um efeito deletério do exercício de *endurance* realizado previamente ao exercício de força (comprometimento da capacidade de produzir tensão). Nossa hipótese foi avaliar se a suplementação de carboidrato poderia atenuar ou até mesmo reverter esse quadro.

As adaptações decorrentes do treinamento de *endurance* e do treinamento de força ocorrem por meio de mudanças funcionais e estruturais características de cada estímulo em diferentes tipos de fibras musculares¹³⁻¹⁶. Dessa forma, a combinação desses estímulos poderia acarretar prejuízo de adaptação, dados os mecanismos diferentes a serem acionados^{11,12}. Vale destacar que a literatura sugere um comprometimento das adaptações decorrentes do treinamento de força em virtude da realização prévia do treinamento aeróbio; o contrário, porém, parece não ser verdadeiro¹⁷.

De acordo com a literatura, a combinação do treinamento aeróbio de intensidade elevada com o programa de treinamento de força parece interferir nos desempenhos de força e potência (esta variável parece ser a principal afetada)¹⁸. É possível que a potência seja mais suscetível ao *overtraining* por meio da adição de um programa aeróbio de intensidade elevada e que interferência esteja relacionada ao estresse oxidativo. O treinamento de *endurance* provavelmente compromete as adaptações decorrentes do estímulo de força através da alteração do padrão de recrutamento muscular e/ou da atenuação da hipertrofia.

Considerando, entretanto, o tempo da realização dos estudos que investigaram os efeitos do treinamento concorrente (e seus resultados sobre o ganho de força), é possível que não haja comprometimento de adaptações. A combinação de estímulos pode, na realidade, exigir mais tempo do organismo até que as adaptações ocorram¹⁸, uma vez que pode haver maior necessidade de agregação de proteínas, várias adaptações ultra-estruturais e enzimáticas simultâneas.

Na hipótese de que o treinamento concorrente realmente comprometa o desempenho de força e potência, isso

poderia estar relacionado simplesmente à incapacidade de o organismo promover as adaptações no período que se segue ao estímulo. Isto é, o treinamento de força seria realizado normalmente, porém, as adaptações ficariam comprometidas (interferência pós-exercício caracterizando um processo crônico). Essa teoria é chamada de hipótese crônica. Portanto, de acordo com a hipótese crônica, o músculo não conseguiria adaptar-se metabólica ou morfológicamente após o estímulo do treino concorrente¹².

Por outro lado, o comprometimento poderia ser explicado pela realização do exercício de força numa condição metabólica diferente, caso o mesmo seja precedido de um exercício de *endurance*¹. Ou seja, nesse caso a falta de adaptação estaria relacionada à incapacidade de realizar o treino de força adequadamente por algumas em condições adversas induzidas pelo exercício de *endurance*. Esse comprometimento aconteceria durante o treino de força, portanto, caracterizando um efeito agudo. Nesse contexto, o músculo estaria com sua capacidade de desenvolver tensão comprometida durante a realização do treino de força. Essa outra teoria foi denominada de hipótese aguda¹². A hipótese de interferência aguda é sustentada pelo estudo de Craig *et al.*¹⁹, que verificaram que o desenvolvimento de força nos membros inferiores ficou comprometido pela realização prévia de corridas imediatamente antes do treino de força; entretanto, a adaptação dos membros superiores não foi comprometida pelo treino prévio de *endurance*. Segundo os autores, a musculatura das pernas não se recuperaria do treino de *endurance* e não realizaria o treino de força na intensidade necessária para promover adaptações.

Os mecanismos responsáveis pelo comprometimento da força e potência no treinamento concorrente ainda não foram identificados^{20,21}. Um possível candidato é a depleção de glicogênio muscular, pois este é um importante substrato energético para o treino de força²²⁻²⁴. Leveritt e Abernethy¹¹ demonstraram que a depleção de glicogênio muscular por meio de restrição alimentar e exercício de *endurance* compromete o desempenho isoinercial do agachamento (porém, desempenho isocinético na extensão de joelho não foi afetado, indicando que o comprometimento parece estar relacionado com o tipo de força mensurada). Leveritt *et al.*¹ observaram que a força de extensão de joelho não foi alterada quando avaliada entre oito e 32 horas após a realização de 50 minutos de exercício em cicloergômetro a 70-110% da potência crítica. Porém, parâmetros metabólicos, como a amônia plasmática, estavam significativamente aumentados em relação àqueles de indivíduos que foram avaliados quanto à sua força, sem previamente realizar o exercício de *endurance* (cicloergômetro).

Os resultados acima descritos sugerem que o comprometimento decorrente da combinação do estímulo intenso

de *endurance* sobre as adaptações de força e potência pode ser decorrente da incapacidade de treinar adequadamente durante o treino de força em seqüência a uma atividade de *endurance* (hipótese do comprometimento agudo). Considerando que a diminuição do glicogênio muscular durante o treino de *endurance* é variável metabólica que parece estar envolvida nessa incapacidade, Leveritt e Abernethy¹¹ destacam a importância do consumo de carboidrato após o exercício de *endurance* para garantir a realização do treino de força realizado subsequente. É possível, porém, que essa estratégia não seja suficiente para garantir reposição adequada da reserva de carboidrato. Uma alternativa à proposta de Leveritt e Abernethy¹¹ seria iniciar a reposição de carboidrato antes e durante o exercício de *endurance*, possibilidade até o presente momento não testada. Outro fator a ser testado é se a alteração da glicemia não está relacionada ao comprometimento do treino de força.

Em nosso estudo esses fatores foram investigados. Os resultados observados demonstram que a estratégia de consumir carboidrato ou não durante o exercício de *endurance* não afetou o resultado do teste de 1-RM. Provavelmente, o recrutamento adicional de fibras IIa e IIb, durante o teste de 1-RM tenha contribuído para a não alteração desse parâmetro. Além disso, a produção absoluta de energia durante esforços máximos e curtos (~ 6 segundos) é fornecida predominantemente pela degradação da creatina fosfato, sendo a produção de energia pela glicólise menos importante²⁵. Esses fatores podem explicar a ausência de alteração no desempenho de 1-RM.

Em relação ao resultado da capacidade de repetições máximas realizadas a 70%-1RM, conforme esperado, o exercício de *endurance* promoveu decréscimo neste parâmetro em relação ao teste inicial. Uma possível explicação para a redução do número de repetições máxima é que o recrutamento seletivo de fibras do tipo I observado no exercício de *endurance* promoveria redução no estoque de glicogênio somente nessas fibras. Durante o teste de repetições máximas (indicativo de resistência muscular localizada), no qual existe grande dependência da participação das fibras do tipo I, a menor disponibilidade de glicogênio pode ter afetado o desempenho.

Evidências obtidas em exercícios de *endurance* apontam que a suplementação de carboidrato é eficiente para o aumento da *performance*, e o mecanismo proposto para isso é a manutenção da glicemia e a redução da taxa de glicogenólise, especialmente em fibras do tipo I^{26,27}. Através de outros estudos realizados por Tesch *et al.*²³, MacDougall *et al.*²² e Haff *et al.*⁴, que avaliaram a utilização dos substratos no exercício de força isolado, também era de esperar um efeito positivo da ingestão de carboidrato, dado o fato de que a atividade de *endurance* anterior teria

reduzido a disponibilidade de glicogênio para a realização de repetições até a ocorrência da fadiga. Entretanto, essa hipótese não foi confirmada pelos nossos resultados, uma vez que o decréscimo no número de repetições máximas observado foi semelhante em ambas as condições experimentais (administração de placebo ou carboidrato). No nosso estudo, o efeito ergogênico do carboidrato não foi observado no exercício concorrente.

De acordo com Leveritt e Abernethy¹¹, é possível que outros fatores poderiam causar a redução no número de repetições quando tal parâmetro é avaliado após a realização de atividades de *endurance*. Um desses mecanismos sugerido pelos autores seria o fato de os sujeitos experimentais estarem cientes de que o protocolo de restrição alimentar pode afetar seu desempenho. No caso de nosso estudo, essa hipótese está descartada, pois o arranjo experimental foi duplo-cego. Uma possibilidade não testada em nosso estudo e apontada por Millet *et al.*²⁸ seria a promoção de fadiga muscular durante a atividade de *endurance*, embora nesse estudo a fadiga fosse promovida por uma atividade muito mais extensa que a nossa.

Embora nossa observação quanto ao desempenho seja semelhante à de Leveritt *et al.*¹, diferente desses autores, observamos que o treino de *endurance* não promove alterações em características metabólicas (glicemia) na sessão de força que se segue (independente da ingestão de carboidrato ou não). Vale ressaltar, porém, que nossa avaliação foi apenas durante o exercício, enquanto Leveritt *et al.*¹ avaliaram possíveis mudanças metabólicas (concentração de amônia) por oito a 32 horas após o exercício de força.

Dessa forma, podemos concluir que uma sessão de exercício de *endurance* (intensidade moderada) realizada previamente a um exercício de força afeta o desempenho deste, no que se refere à capacidade de repetição máxima. Acreditamos que esse fenômeno está relacionado à hipótese de comprometimento agudo sugerida por Leveritt *et al.*^{1,12}. Além disso, verificamos que o consumo de uma solução contendo carboidrato (60g.L⁻¹) antes e durante o exercício de *endurance* não foi capaz de reverter o efeito prejudicial induzido pelo mesmo sobre a subsequente capacidade de realizar repetições a 70%-1RM até a fadiga.

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

REFERÊNCIAS

1. Leveritt M, MacLaughlin H, Abernethy P. Changes in strength 8 and 32 h after endurance exercise. *J Sports Sci* 2000;18:865-71.
2. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e desempenho. 3ª ed. Manole, 2000;361.

3. 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.
4. Haff GG, Stone MH, Warren BJ, Keith R, Johnson RL, Nieman DC, et al. The effect of carbohydrate supplementation on multiple sessions and bouts of resistance exercise. *J Strength Cond Res* 1999;13:112-7.
5. De Feo P, Gallai G, Mazzota G, Crispino E, Torlone T, Perriello G, et al. Modest decrements in plasma glucose concentration cause early impairment in cognitive function and later activation of glucose counterregulation in the absence of hypoglycemic symptoms in normal man. *J Clin Invest* 1988;82:436-44.
6. Jones TW, McCarthy G, Tamborlane WV, Caprio S, Roessler E, Kraemer D, et al. Mild hypoglycemia and impairment of brain stem and cortical evoked potentials in healthy subjects. *Diabetes* 1990;39:1550-5.
7. Merbis MA, Snoek FJ, Kane K, Heine RJ. Hypoglycemia induces emotional disruption. *Patient Educ Couns* 1996;29:117-22.
8. 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.
9. Harnan 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.
10. Bacurau RF, Bassit RA, Sawada L, Navarro F, Martins E Jr, Costa Rosa LF. Carbohydrate supplementation during intense exercise and the immune response of cyclists. *Clin Nutr* 2002;21:423-9.
11. Leveritt M, Abernethy PJ. Effects of carbohydrate restriction on strength performance. *J Strength Cond Res* 1999;13:52-7.
12. Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance training. A review. *Sports Med* 1999;28:413-27.
13. Abernethy PJ, Jurimae J, Logan PA, Taylor AW, Thayer RE. Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. *Sports Med* 1994;17:22-38.
14. Bell G, Syrotuik 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.
15. Tanaka H, Swensen T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training? *Sports Med* 1998;25:191-200.
16. Van Zant RS, Conway JM, Seale JL. A moderate carbohydrate and fat diet does not impair strength performance in moderately trained males. *J Sports Med Phys Fitness* 2002;42:31-7.
17. Hickson RC, Dvorak BA, Gorostiaga EM, Kurowski TT, Foster C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J Appl Physiol* 1988;65:2285-90.
18. Kraemer WJ, Patton JF, Gordon SE, Harman EA, Deschenes MR, Reynolds K, et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol* 1995;78:976-89.
19. 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.
20. Dudley GA, Fleck SJ. Strength and endurance training: are they mutually exclusive? *Sport Med* 1987;4:79-85.
21. Chromiak JA, Mulvaney DR. A review: The effects of combined strength and endurance training on strength development. *J Appl Sport Sci Res* 1990;4:55-60.
22. MacDougall JD, Ray S, McCartney N, Sale DG, Lee P, Garner S. Substrate utilization during weightlifting. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20: S66.
23. Tesch PA, Colliander EB, Kaiser P. Muscle metabolism during heavy resistance exercise. *Eur J Appl Physiol* 1986;55:362-6.
24. Conley MS, Stone M. Carbohydrate ingestion/supplementation for resistance exercise and training. *Sports Med* 1996;21:7-17.
25. Boobis LH, Williams C, Wootton SA. Human muscle metabolism during brief maximal exercise. *J Physiol* 1982;342:21-2.
26. Tsintzas OK, Williams C, Boobis L, Greenhaff P. Carbohydrate ingestion and glycogen utilization in different muscle fibre types in man. *J Physiol* 1995;489:242-50.
27. Tsintzas OK, Williams C, Boobis L, Greenhaff P. Carbohydrate ingestion and single muscle fiber glycogen metabolism during prolonged running in men. *J Appl Physiol* 1996;81:801-9.
28. Millet GY, Lepers R, Maffiuletti NA, Babault N, Martin V, Lattier G. Alterations of neuromuscular function after an ultramarathon. *J Appl Physiol* 2002;92:486-92.