



# Reprodutibilidade inter e intradias do Power Control em um teste de potência muscular

Fabício Miranda Ribeiro<sup>1,2</sup>, Jefferson da Silva Novaes<sup>1,2,3</sup>, Adriana Lemos<sup>1,2</sup> e Roberto Simão<sup>3</sup>

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar a reprodutibilidade de um instrumento de medida da potência muscular (PM), o *Power Control TechnoGym*<sup>®</sup>, através de um teste de PM. Foram avaliadas 15 mulheres (26,2 ± 1,9 anos) experientes em treinamento de força em dois exercícios, a remada sentada e a puxada aberta pela frente no *pulley* alto, através do teste de 1RM. Foram determinadas a carga máxima e a carga que gerou a potência máxima em cada exercício. Após a obtenção da carga que gerou potência máxima, os indivíduos passaram por três dias de testes em que se buscou verificar a reprodutibilidade inter e intradias das potências geradas. Utilizou-se a ANOVA para medidas repetidas na comparação dos resultados da PM para a carga individualizada e o *post-hoc* de Bonferroni para especificar quais medidas diferiam entre si, com o nível de significância adotado de 5%. Não foram encontradas diferenças significativas entre as medidas inter e intradias, respectivamente, na remada sentada ( $p = 0,991$ ;  $p = 1,000$ ) e puxada aberta pela frente no *pulley* alto ( $p = 0,607$ ;  $p = 1,000$ ). Pode-se verificar que, para um simples teste de PM, o *Power Control TechnoGym*<sup>®</sup> apresenta-se como um instrumento útil e fidedigno na utilização de cargas na PM.

## ABSTRACT

### *Inter and intradays reproducibility of power control in test of muscle power*

*The aim of this study was to determine the reproducibility of an instrument of measurement of muscular power (MP), the Power Control Technogym<sup>®</sup>, through a simple test of MP. Fifteen women (26.2 ± 1.9 years) experienced in strength training in two exercises - the low row and the front lat pull down, were evaluated through a test of 1RM. The maximum load and the load that generated the MP in each exercise were determined. After obtaining the load that generated the MP, the individuals carried out three days of testing with the purpose to analyze inter and intradays reproducibility of the generated power. The comparison between the results of the MP was made through the ANOVA for repeated measures and Bonferroni post-hoc to specify which measures differ from each other, being adopted a level of significance of 5%. No significant differences were found at inter and intradays measurements respectively in the low row ( $p = 0.991$ ;  $p = 1.000$ ) and front lat pull down ( $p = 0.607$ ;  $p = 1.000$ ). This data can suggest that, for a simple test of MP, the Power Control TechnoGym<sup>®</sup> seems to be a useful and trustworthy instrument in the use of loads in the MP.*

**Palavras-chave:** 1RM. Potência muscular máxima. Carga máxima. Treinamento de força.

**Keywords:** 1RM. Maximum muscular power. Maximum loads. Strength training.

**Palabras-clave:** 1RM. Potencia muscular máxima. Carga máxima. Entrenamiento de fuerza.

## RESUMEN

### *Reproducibilidad inter e intradias de power control en un test de potencia muscular*

*El objetivo del presente estudio ha sido el de determinar la reproductibilidad de un instrumento de medida da potencia muscular (PM), Power Control TechnoGym<sup>®</sup>, a través de un test de PM. Fueron evaluadas 15 mujeres (26,2 ± 1,9 años) con experiencia en entrenamiento de fuerza en dos ejercicios, remo y tirón abierto por delante en el pulley alto, a través del test de 1RM. Fueron determinadas la carga máxima, y la carga que generó la potencia máxima en cada ejercicio. Después de obtener la carga que generó potencia máxima, los individuos pasaron por tres días de tests donde se buscó verificar la reproducibilidad inter e intradias de las potencias generadas. Se utilizó ANOVA para medidas repetidas en la comparación de los resultados de PM para carga individualizada, y post-hoc de Bonferroni para especificar cuáles medidas diferían entre sí, con nivel de significancia de 5%. No fueron encontradas diferencias significativas entre las medidas inter e intradias respectivamente en remo ( $p = 0,991$ ;  $p = 1,000$ ) y tirón abierto por delante en pulley alto ( $p = 0,607$ ;  $p = 1,000$ ). Podemos verificar que, para un simple test de PM, Power Control TechnoGym<sup>®</sup> se presenta como un instrumento útil y fidedigno en la utilización de cargas en PM.*

## INTRODUÇÃO

O treinamento para fortalecimento muscular até a década de 80 era pouco aceito pela população nos centros de *fitness* e *wellness*. Porém, em 1990, quando o *American College of Sports Medicine* expôs a posição *The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness and Healthy Adults*<sup>(1)</sup>, o treinamento de força tornou-se parte integrante na prescrição de exercícios, objetivando saúde.

Após tal publicação, artigos científicos surgiram relatando os benefícios do treinamento de força e potência muscular (PM), tanto para indivíduos saudáveis quanto para portadores de enfermidades. Hoje, opiniões sobre a prática de exercícios de fortalecimento muscular, trabalhos aeróbicos e flexibilidade estão inseridos no contexto de organizações tais como: *American Heart Association*, *American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation*<sup>(2)</sup>.

Dentro de um mesmo contexto, a PM vem gerando interesse científico<sup>(3,4)</sup>, mas ainda surgem controvérsias de natureza prática

1. Mestrado em Ciência da Motricidade Humana/PROCIMH (UCB-RJ).

2. Laboratório de Biociências da Motricidade Humana (LABIMH-RJ).

3. Universidade Federal do Rio de Janeiro – EEFD.

Recebido em 20/6/05. Versão final recebida em 5/12/05. Aceito em 15/5/06.

**Endereço para correspondência:** E-mail: contamestrado@yahoo.com.br. Tel.: (21) 8153-8408, Comercial: (21) 3431-5034.

e metodológica, especialmente quando confrontadas com atitudes pouco fundamentadas cientificamente. Um dos aspectos frequentemente negligenciados nesse tipo de treinamento é a questão da carga e velocidade ideais para o treinamento da PM, que pode ser definida como a capacidade de produzir força rapidamente, e que é medida através do produto da carga pela velocidade<sup>(3,5)</sup>. Tal questão foi levantada de modo prático pelo estudo de Coelho *et al.*<sup>(6)</sup>, em que foi demonstrado que diferentes protocolos de exercícios realizados na PM máxima levavam a níveis distintos de frequência cardíaca, produção de ácido lático e de percepção de esforço.

A PM é dependente da força muscular e necessária em vários esportes, assim como nas atividades do cotidiano<sup>(7,8)</sup>. Faz-se então necessária a existência de formas de mensuração da potência em salas de musculação para que, com isso, a prescrição de exercícios seja feita em cargas ideais para a PM máxima.

Sendo assim, o objetivo deste estudo refere-se a verificar a reprodutibilidade inter e intradias em um teste de PM, através da utilização de uma máquina de mensuração de potência, o *Power Control TechnoGym*<sup>®</sup>, no exercício remada sentada e puxada aberta pela frente no *pulley* alto.

## MÉTODOS

O estudo utilizou como voluntárias 15 mulheres treinadas com idade entre 25 e 30 anos ( $26,2 \pm 1,9$ ), peso corporal entre 52 e 70kg ( $59,6 \pm 5,1$ ) e altura entre 151 e 169cm ( $161,9 \pm 5,02$ ). Para inclusão no experimento as voluntárias deveriam apresentar as seguintes características: a) ser treinadas no mínimo 12 meses; b) não apresentar nenhum problema que viesse a influenciar na obtenção e interpretação dos dados. Após verificação de todas as dúvidas sobre o protocolo experimental, as voluntárias assinaram um termo de consentimento, de acordo com as normas da Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética institucional.

Os exercícios selecionados para o estudo foram a remada sentada e a puxada pela frente aberta no *pulley* alto, realizados em máquinas da linha *TechnoGym*<sup>®</sup> *selection* e seguiram as seguintes recomendações para a aplicação dos testes. Para a remada sentada, o indivíduo sentado com o esterno encostado no apoio, com os ombros flexionados, com mãos em pegada semipronada segurando duas alavancas à frente a uma distância onde pudesse manter seus cotovelos completamente estendidos (figura 1). Para a realização da fase concêntrica do movimento, foi adotada como amplitude uma extensão de ombro realizada juntamente com uma flexão não menor do que 90° do antebraço com o braço (figura 2). Durante a execução, o esterno permanecia apoiado no encosto isolando a musculatura a ser trabalhada, sendo considerada inválida a tentativa em que o esterno fosse descolado do apoio.



Figura 1 – Posição inicial – remada sentada.



Figura 2 – Posição final (fase concêntrica)

Na puxada aberta pela frente no *pulley* alto, o indivíduo se apresenta sentado com os ombros abduzidos e elevados acima da cabeça e os cotovelos completamente estendidos, com as mãos segurando duas alavancas a uma distância maior que a largura de seus ombros (figura 3). A fase concêntrica é constituída de uma adução completa dos ombros juntamente com uma flexão dos cotovelos. O esterno sempre encostado no apoio evitando movimentação do tronco, o que invalidaria a tentativa (figura 4).



Figura 3 – Posição inicial – puxada pela frente.



Figura 4 – Posição final (fase concêntrica)

A PM foi obtida através do *Power Control TechnoGym*<sup>®</sup> (figura 5), um aparelho eletrônico que é constituído de um conta-giros com um fio acoplado à base das placas (sobrecarga do aparelho), que mede a velocidade média do movimento em  $m/s^{-1}$ . Essa velocidade é multiplicada pela carga do exercício em quilogramas e a PM gerada pode ser visualizada em um painel eletrônico que fica posicionado à frente do avaliador.



Figura 5 – Power Control

Os avaliados fizeram cinco visitas ao local do teste e realizaram a seqüência que tinha como primeiro exercício a remada sentada e, em seguida, a puxada pela frente aberta no *pulley* alto. Na primeira sessão foram realizadas as mensurações da altura, peso corporal e o teste de 1RM dos exercícios propostos. O teste de 1RM consistia em tentativas para obtenção das cargas máximas e da PM máxima. Um aquecimento específico leve, com duas séries de seis repetições, era realizado previamente ao teste. Incrementos de carga de 2,5, 5 e 10kg foram utilizados de acordo com a percepção de esforço do avaliado até ser determinada a PM máxima e a carga máxima no teste de 1RM. Foram utilizados três minutos de intervalo entre as tentativas e 10 minutos entre os exercícios. A carga inicial foi escolhida aleatoriamente e o avaliado recebeu informações claras de que o movimento deveria ser realizado com a maior intenção de velocidade possível na fase concêntrica do movimento. Na segunda sessão foi realizado um reteste de 1RM para verificação da reprodutibilidade das cargas obtidas no dia anterior.

Obtida a carga que gerou a PM máxima, os indivíduos foram submetidos à terceira e quarta sessões de coletas de dados, em que realizavam testes que consistiam num prévio aquecimento articular, constituído de duas séries de seis repetições com 40% da carga de 1RM. O avaliado foi instruído a realizar uma única execução com a maior velocidade possível na PM máxima gerada no teste de 1RM. Na quinta sessão o mesmo aquecimento foi utilizado e, em seguida, eram realizadas 10 repetições na PM máxima, adotando um minuto de intervalo entre as mesmas; a potência gerada era anotada ao final de cada execução. Para minimizar o efeito da familiarização, adotou-se a técnica do quadrado latino na ordenação das três sessões e foi respeitada a ordem inicial proposta para os exercícios, primeira a remada depois a puxada, mantendo um intervalo de cinco minutos entre os exercícios.

A comparação entre os resultados da PM máxima para a carga individualizada nos diferentes dias (interdias) e nas 10 séries do mesmo dia (intradias) foi feita pela ANOVA para medidas repetidas e pelo teste de comparações múltiplas de Bonferroni para especificar quais medidas diferiam entre si, sendo adotado um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

A análise descritiva dos dados antropométricos das 15 avaliadas pode ser encontrada na tabela 1. Os percentuais da carga máxima que geraram as potências máximas e a média das potências (watts) encontradas nos dias de testes nos exercícios propostos podem ser vistos na tabela 2. A análise inferencial inter e intradias encontra-se na tabela 3.

**TABELA 1**  
Análise descritiva das variáveis antropométricas

Variáveis	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Idade	26	± 1,9	23	28
Peso	59	± 5,1	52	70
Altura	163	± 5,02	151	167

**TABELA 2**  
Média das potências (watts) e % carga máx. em 1RM nos três dias de testes

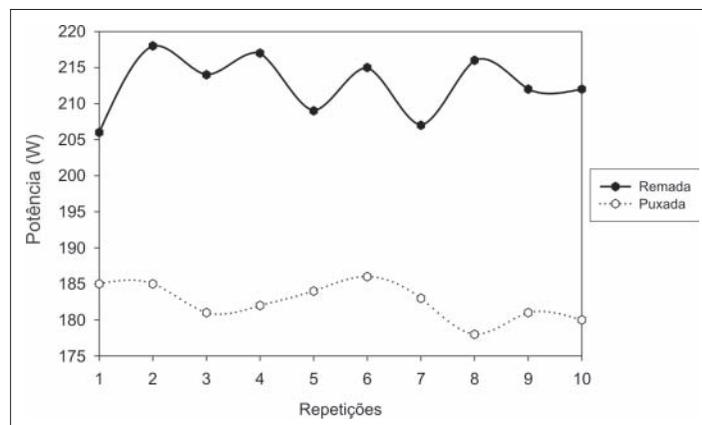
Exercícios	Remada sentada				Puxada pela frente			
	1º	2º	3º	%CM	1º	2º	3º	%CM
Média	215	213	213	75	195	198	183	77
Desvio-padrão	56,6	51,2	54,1	9,2	43,7	46	45,4	6,9
Mínimo	158	152	121	58,3	138	128	104	66,6
Máximo	372	348	379	89,4	291	298	289	89,5

**TABELA 3**  
Análise inferencial inter e intradias

Exercícios	Remada		Puxada		
	Testes	Interdias	Intradias	Interdias	Intradias
F		0,01	0,10	0,51	0,03
p		0,991	1,00	0,607	1,00

F = análise de variância; p < 0,05.

As medidas da PM encontradas no terceiro dia de teste nas dez repetições nos exercícios avaliados podem ser vista no gráfico 1.



**Gráfico 1** – Comportamento das médias das 10 repetições no 3º dia de teste

No que diz respeito à reprodutibilidade interdias na análise das medidas geradas pelo *Power Control TechnoGym®* para os três dias de teste no exercício remada sentada, não foram observadas diferenças significativas nas potências individuais ( $p = 0,991$ ), fato que se repetiu para o exercício puxada pela frente no *pulley* alto ( $p = 0,607$ ). Para análise da reprodutibilidade intradias, não foram observadas diferenças significativas no exercício remada e puxada, respectivamente ( $p = 1000$ ;  $p = 1,000$ ).

## DISCUSSÃO

O desenvolvimento de um novo instrumento de medida deve atender a vários critérios. Dentre eles, podemos considerar que a reprodutibilidade talvez seja um dos primeiros e mais importantes e, portanto, deve ser testada no processo de validação<sup>(9,10)</sup>. Em estudos sobre a fidedignidade, a maior virtude da abordagem metodológica desenvolvida parece residir na alta reprodutibilidade dos dados obtidos tanto no mesmo dia como em diferentes dias. Dessa forma, no presente estudo optou-se pela abordagem da reprodutibilidade inter e intradias de um teste de PM em dois exercícios distintos.

No que diz respeito à prescrição do treinamento para a PM, a relação ideal entre carga e velocidade de execução do movimento é um aspecto difícil de ser controlado e estudos<sup>(3,4,6)</sup> demonstram que tal relação está interligada de maneira casual. Além disso, os instrumentos destinados a medir a velocidade de movimento geralmente envolvem aparatos sofisticados, como, por exemplo, equipamentos isocinéticos<sup>(11,12)</sup>; também a velocidade ideal que tende a gerar a maior potência em um dinamômetro isocinético não pode ser controlada fora do mesmo. Tal fato acaba impossibilitando o emprego de dados em situações de campo, além do alto custo do equipamento. A relevância da medida da PM máxima, realizada através do *Power Control*, reside na facilidade para obtenção dessa relação em curto espaço de tempo.

Na literatura podemos encontrar cargas sugeridas entre 30 e 60% de 1RM como sendo cargas ideais para o desenvolvimento da PM<sup>(13,14)</sup>. Em contrapartida, Hoeger *et al.*<sup>(15)</sup> demonstraram a possibilidade de essas cargas alcançarem 80% de 1RM em levantadores de peso. Para esses autores, a massa muscular envolvida no exercício parece influenciar as diferenças percentuais na carga de trabalho para a PM<sup>(13,15)</sup>. Isso já foi demonstrado em outro estudo de Simão *et al.*<sup>(3)</sup>, em que foram utilizadas potências máximas desenvolvidas com cargas de 72,7 a 88,8% de 1RM no exercício de remada em pé, valores acima dos encontrados na literatura.

Talvez a dificuldade na determinação das cargas esteja no fato de a potência ser atribuída à alta velocidade de movimento<sup>(8,16,17)</sup> e que, para isso, cargas menores deveriam estar sendo utilizadas e trabalhos com baixas velocidades e cargas altas exclusivamente para aprimoramento da força deveriam ser relacionados. A associação de a potência ser gerada em cargas baixas expõe a idéia de que em cargas altas não exista a necessidade de executar velocidades mais altas do que aquelas escolhidas para o aprimoramento da força, possibilitando assim o uso de cargas direcionadas para o treinamento da potência apresentadas em valores menores do que aquelas determinadas para programas de treinamento de força.

Os dados apresentados neste estudo corroboram os de Simão *et al.*<sup>(3)</sup> em relação aos percentuais de carga nas potências máximas geradas. A média da PM foi de 74,4% (65 a 86%) para a remada e de 77% (66 a 88%) na puxada pela frente para 1RM, sendo valores bem acima daqueles apresentados pela literatura<sup>(14,16)</sup>. Tal dado parece ser aplicável à prática da prescrição para o treinamento da PM, pois através dele observa-se que a velocidade em que se executa o movimento não é o fator fundamental na potência gerada e, sim, a relação entre a carga e a maior intenção de velocidade possível de gerar com a carga apresentada, pois mesmo sem a medida da velocidade, os indivíduos testados foram instruídos a realizar o exercício da forma mais veloz o quanto fosse possível na fase concêntrica, independente da carga.

O fato de a velocidade não ter sido controlada não acarretou problemas na confiabilidade dos dados apresentados, pois pode-se observar que não há disparidade nas médias entre as potências geradas nos três dias de testes e nas potências geradas intradias nas 10 repetições. O tempo de recuperação adotado entre as 10 repetições não influenciou a produção de potência para o grupo muscular analisado, demonstrado através da verificação de Bonferroni que não apresentou diferenças significativas entre as potências geradas intradias da primeira com as outras nove repetições.

Ao analisar a reprodutibilidade de um teste, deve-se considerar que seus coeficientes podem ser influenciados por diversas variáveis, como o tamanho e heterogeneidade da amostra utilizada<sup>(10)</sup>. Para avaliar a influência desse aspecto em um teste de PM, determinou-se a reprodutibilidade inter e intradias em uma amostra composta por indivíduos com diferentes níveis de condicionamento, peso corporal, estatura e força muscular. Neste estudo, a reprodutibilidade nos três dias de testes não exerceu influência negativa nos resultados, o que permite inferir que, provavelmente, não houve efeito do aprendizado ou familiarização com o procedimento de avaliação. A avaliação da PM não apresentou diferença significativa intra e interdias, demonstrando que o *Power Control* apresenta reprodutibilidade, além de constituir-se em uma forma simples e prática para medida da potência muscular.

Levando em consideração a importância do desenvolvimento da PM nas atividades cotidianas<sup>(18)</sup>, pode-se considerar que o uso desse equipamento dentro de uma sala de musculação torna-se um meio bastante acessível e prático, e o teste aqui utilizado muito seguro, já que não foram relatados nenhum tipo de incidente ou dores musculares tardias durante os dias de testes para a prescrição de cargas ótimas para a população avaliada.

Em função dos resultados verificados no estudo foi possível concluir que, na amostra utilizada, a medida da PM pelo *Power*

*Control Technogym*<sup>®</sup> apresenta alta reprodutibilidade inter e intradias, podendo ser utilizada como uma estratégia interessante na avaliação da função muscular, principalmente quando o objetivo for a prescrição do treinamento com base nos resultados da potência muscular máxima.

### Perspectiva de aplicação

A utilização de cargas ótimas para a prescrição do treinamento para o desenvolvimento da PM tem sido um dos problemas enfrentados por muitos treinadores, em especial dentro de salas de musculação. Os instrumentos utilizados na medida dessa qualidade física não apresentam boa reprodutibilidade dos dados nesses centros de treinamento. O *Power Control TechnoGym*<sup>®</sup>, através de um simples teste de PM, pode extrair relevantes informações a respeito da carga responsável por gerar a maior potência na execução de um determinado movimento. O fato de apresentar fidedignidade na reprodução desse dado, como demonstrado neste estudo, possibilita a sua utilização em diferentes populações e diferentes exercícios dentro da sala de musculação. Seu custo é muito menor quando comparado com outros instrumentos, como os isocinéticos. Dessa forma, conclui-se que, numa sala de musculação, o *Power Control Technogym*<sup>®</sup> torna-se um instrumento útil na prescrição de cargas para trabalhos que almejem a produção de potência máxima, em detrimento da importância dessa valência física nas atividades cotidianas e no rendimento desportivo.

---

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

---

### REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine. Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardio respiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:265-74.
2. Pollock ML, Evans WJ. Resistance training for health and disease: introduction. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:10-1.
3. Simão R, Monteiro W, Araújo CGS. Fidedignidade inter e intradias de um teste de potência muscular. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7:118-24.
4. Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliton D, Castaneda C, et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol A Biol Med Sci* 2000;55:192-9.
5. Stone MH, Plisk SS, Stone ME, Schilling BK, O'Bryant HS, Pierce KC. Athlete performance development: volume load – 1 set vs. multiple sets, training velocity and training variation. *J Strength Cond Assoc* 1998;12:22-31.
6. Coelho CW, Araújo CGS, Hamar D. Cardiovascular, metabolic and perceptual differences in resistance training protocols using maximal power loads. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1577-81.
7. Thompson CJ, Bembem MG. Reliability and comparability of the accelerometer as a measure of muscular power. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:897-902.
8. Fleck SJ, Kraemer WJ. Designing resistance training programs. Champaign: Human Kinetics, 1997.
9. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998;26:217-38.
10. Thomas JR, Nelson JK. Research methods in physical activity. Champaign: Human Kinetics, 1996.
11. Abernethy P, Wilson G, Logan P. Strength and power assessment: issues, controversies and challenges. *Sports Med* 1995;19:401-17.
12. Coyle EF, Feiring DC, Rotkes TC, Cote RW, Roby FB, Lee W, Wilmore JH. Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *J Appl Phys* 1981;51:1437-42.
13. Komi PV, Linnamo V, Silventoinen P, Sillanpää M. Force and EMG power spectrum during eccentric and concentric actions. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1757-62.
14. Cronin JB, Mc Nair PJ, Marshall RN. The role of maximal strength and load on initial power production. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1763-9.
15. Hoeger WWK, Hopkins DR, Barrete SL. Relationship between repetitions and selected percentages of the one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. *J Appl Sport Sci Res* 1990;4:47-54.
16. Komi PV. Strength and power in sport. Oxford Blackwell Science, 1995.
17. Maud PJ, Foster C. Physiological assessment of human fitness. Champaign: Human Kinetics, 1995.
18. Paffenbarger RS, Lee M. Physical activity and fitness for health and longevity. *Res Q* 1996;67:11-28.