

# Efeito de dois métodos de treinamento no desenvolvimento da força máxima e da potência muscular de membros inferiores

CDD. 20.ed. 796.073

Leonardo LAMAS\*  
Rene DREZNER\*  
Valmor TRICOLI\*  
Carlos UGRINOWITSCH\*

\*Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.

## Resumo

Força máxima e potência são considerados métodos de treinamento complementares para a preparação de um atleta. No entanto, há evidências de desempenhos semelhantes em resposta a treinamentos de força máxima (TF) e potência (TP). O objetivo deste estudo foi realizar uma comparação entre os dois métodos de treino descritos quanto à eficiência em aumentar a força máxima e a potência no exercício meio agachamento. Vinte e quatro sujeitos fisicamente ativos (peso  $76 \pm 8,4$  kg, estatura  $178,2 \pm 5,3$  cm), com no mínimo seis meses de interrupção no treinamento de força para membros inferiores, foram divididos nos grupos TF e TP. Foram realizados pré e pós-treinamento o teste de força dinâmica máxima (1 RM) e de potência muscular de membros inferiores no exercício meio agachamento com carga de 30% 1 RM. Após oito semanas de treinamento (3x/semana) observou-se que a força máxima aumentou significante ( $p < 0,001$ ) e similarmente, 23% e 16% para os grupos TF e TP, respectivamente. A potência relativa concêntrica média aumentou quando considerados os dois grupos em conjunto ( $p < 0,05$ ). Os principais achados foram que TF e TP aumentaram tanto a força máxima quanto a potência de maneira semelhante.

UNITERMOS: Força; Agachamento; Potência.

## Introdução

A maximização da potência muscular de um atleta é fundamental para o aprimoramento do desempenho em diversas modalidades esportivas (CRONIN & SLEIVERT, 2005). Para o desenvolvimento da potência, uma estratégia eficiente parece ser o treinamento de força (HARRIS, STONE, O'BRYANT, PROULX & JOHNSON, 2000; KYROLAINEN, AVELA, MCBRIDE, KOSKINEN, ANDERSEN, SIPILA, TAKALA & KOMI, 2005; MCBRIDE, TRIPLET-MCBRIDE, DAVIE & NEWTON, 2002). Porém, a eficiência desta estratégia está atrelada à carga utilizada a qual modula a velocidade e a força durante a execução dos exercícios (BAKER, NANCE & MOORE, 2001; MOSS, REFSNES, ABILDGAARD, NICOLAYSEN & JENSEN, 1997). Para cargas elevadas a velocidade do movimento é pequena, sendo o inverso também verdadeiro (RAHMANI, VIALE, DALLEAU & LACOUR, 2001).

A importância da modulação da força e da velocidade em treinamentos com sobrecarga levou à

definição de uma zona de intensidade na qual o produto escalar entre as duas grandezas é maximizado. Este espectro de intensidades é denominado zona de potência máxima (BAKER, NANCE & MOORE, 2001). A zona de potência máxima parece não apresentar um valor relativo fixo entre sujeitos, incidindo em percentuais mais altos da força máxima para indivíduos com níveis de força mais elevados e em percentuais mais baixos para aqueles com menor nível de força máxima (CRONIN & SLEIVERT, 2005), ficando normalmente na faixa de 30-50% 1 RM.

Contudo, o treinamento de força máxima (TF) também parece ser eficiente para o desenvolvimento da potência muscular. A zona de treinamento de TF caracteriza-se pela utilização de cargas elevadas, que podem variar entre de 80 a 100% 1 RM, implicando em menor número de repetições, com menor velocidade de execução e um percentual de carga

superior ao do treino de potência (KRAEMER & RATAMESS, 2004). Apesar das diferenças existentes entre as duas zonas de treinamento - força e potência máximas - as respostas ao treinamento parecem ser semelhantes para algumas variáveis relacionadas ao desempenho esportivo, dentre elas a própria potência muscular (JONES, BISHOP, HUNTER & FLEISIG, 2001; MCBRIDE et al., 2002; WILSON, NEWTON, MURPHY & HUMPHRIES, 1993).

Em programas de treinamento de potência (TP), além do esperado aumento na produção de potência muscular, é possível verificar também o aumento da força máxima (KYROLAINEN et al., 2005). Além disso, já foi constatado aumento semelhante da força máxima após grupos distintos de indivíduos serem submetidos a programas de TP e TF em um mesmo estudo (HARRIS et al., 2000; MOSS et al., 1997). Por outro lado, protocolos de treino de TF parecem

induzir aumentos na taxa de desenvolvimento de força (AAGARD, SIMONSEN, ANDERSEN, MAGNUSSON & DYHRE-POULSEN, 2002), assim como no salto vertical (TOUMI, BEST, MARTIN & POUMARAT, 2004) os quais são bons indicadores de alteração positiva no desempenho de potência.

No entanto, não foi verificada a existência de um estudo comparando a potência mecânica produzida em resposta a protocolos de TP e TF em um contexto aplicado de treinamento. Na prática do treinamento, frequentemente verifica-se a utilização de um mesmo exercício pluriarticular para membros inferiores no treinamento e na avaliação.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma comparação entre as duas zonas de intensidade de treinamento descritas (TP e TF) quanto à eficiência em aumentar a força máxima e a potência produzida no exercício meio agachamento.

## **Materiais e métodos**

### **Amostra**

Foram recrutados 24 sujeitos fisicamente ativos ( $76 \pm 8,4$  kg,  $178,2 \pm 5,3$  cm) com um mínimo de seis meses de interrupção no treinamento de força para membros inferiores. Os sujeitos foram inicialmente classificados em quartis, tendo como critério a força relativa (1 RM/peso corporal) no exercício de meio agachamento. Então, foram divididos nos grupos TF e TP de forma balanceada e aleatória para que os grupos possuíssem condições iniciais semelhantes. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética local e os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes de serem submetidos aos procedimentos experimentais.

### **Procedimentos de familiarização**

Foram realizadas sessões de familiarização com o intuito de diminuir a variabilidade na amplitude de movimento entre as execuções no teste de potência para membros inferiores. Além disso, procurou-se aperfeiçoar a execução técnica do exercício meio agachamento na barra guiada. Em cada sessão foram realizadas três séries de oito repetições com uma carga estimada em 30% 1 RM, nas quais a amplitude de movimento foi controlada pelo ângulo máximo de flexão do quadril e do joelho, 100° e 90°, respectivamente. Os ângulos máximos de

flexão articular de todos os sujeitos foram medidos com um goniômetro manual e controlados através de um anteparo de madeira regulável colocado atrás do sujeito no momento da execução do exercício. Esse anteparo foi utilizado tanto para realização dos testes como do treinamento. Nas sessões de familiarização a variabilidade da amplitude de movimento em cada série foi analisada através do coeficiente de variabilidade. O procedimento de familiarização foi encerrado para cada indivíduo quando a amplitude de movimento atingiu variabilidade inferior a 3% entre as repetições de uma mesma série. Esta meta foi atingida com sucesso com duas sessões de familiarização para todos os sujeitos.

### **Protocolos de testes**

Uma semana após a familiarização foram realizados os testes de força dinâmica máxima (1 RM) e de potência muscular de membros inferiores, ambos no exercício meio agachamento na barra guiada. Antes e após o período de treinamento estes testes foram realizados na mesma sessão experimental. Testou-se primeiramente a força dinâmica máxima e após 30 minutos de recuperação a potência de membros inferiores. A ordem dos testes foi organizada em função do teste máximo envolver um volume menor de trabalho em relação

ao teste de potência. Conforme demonstrado na FIGURA 1, durante o período de treinamento foram realizados também alguns testes com o

objetivo de controlar o aumento da força máxima e com isso ajustar as cargas de treinamento do grupo TP.

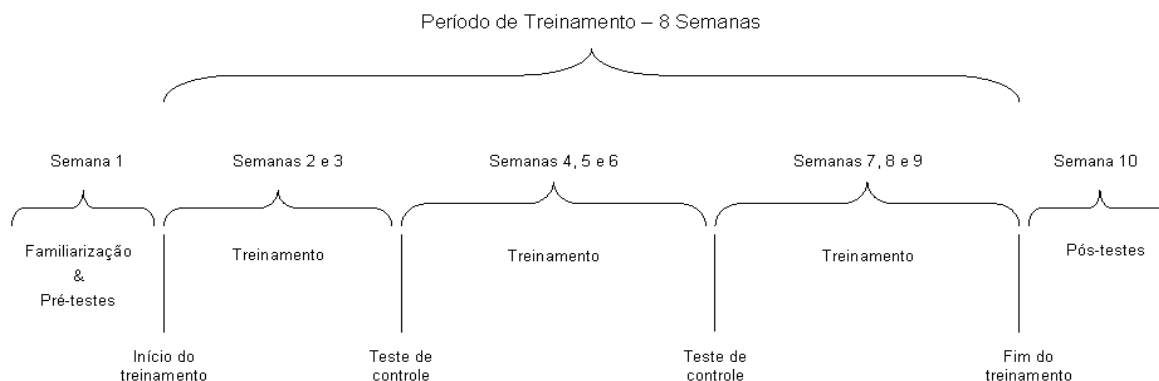


FIGURA 1 - Linha do tempo dos procedimentos de avaliação e treinamento.

### Teste de força dinâmica máxima

A força dinâmica máxima foi mensurada através do teste de uma repetição máxima (1 RM) no exercício meio agachamento realizado em uma barra guiada, segundo protocolo sugerido por BROWN e WEIR (2001). Este protocolo preconiza a realização de duas etapas de aquecimento, sendo a primeira geral com corrida em esteira (cinco minutos, 9 km/h) e a segunda específica, no exercício meio agachamento com cargas submáximas estimadas pelo avaliador em aproximadamente 50% e 70% 1 RM (1 x 5 repetições). Três minutos após o término do aquecimento teve início o teste para identificação da força máxima (1 RM). Foi dado ao indivíduo um máximo de cinco tentativas para que a 1 RM fosse atingida, o que ocorreu com todos os sujeitos. Os testes pré e pós-treinamento tiveram como objetivo identificar o aumento da força máxima nos dois grupos. Já os dois testes realizados durante o período de treinamento tiveram como objetivo ajustar as cargas de treinamento do grupo TP, uma vez que o treino deste grupo foi prescrito a partir de percentuais do 1 RM. O treino do grupo TF foi prescrito a partir de repetições máximas, porém os indivíduos deste grupo também realizaram os testes para controle da progressão da 1 RM.

### Teste de potência muscular

Para a mensuração da potência muscular de membros inferiores foi utilizada uma carga correspondente a 30% 1 RM. Neste teste empregou-se inicialmente um aquecimento geral similar ao usado

no teste de 1 RM. O aquecimento específico foi composto de uma série de 10 repetições do exercício meio agachamento, com a mesma carga do teste e velocidade submáxima. Após três minutos de recuperação o teste foi realizado. O exercício meio agachamento foi feito no equipamento com barra guiada.

A medida da potência foi realizada através de um potenciômetro linear (Peak Power, CEFISE®, Nova Odessa, Brasil) conectado à barra. O potenciômetro emite um sinal elétrico a cada revolução realizada. Uma vez conhecida a distância percorrida entre dois sinais emitidos obtém-se o deslocamento da barra. Foi utilizada diferenciação numérica para efetuar o cálculo da velocidade, assim como da aceleração linear da barra. A velocidade linear da barra foi multiplicada pela força produzida na mesma, obtendo-se a potência durante a fase concêntrica do meio agachamento, conforme descrito por BOSCO, BELLI, ASTRUA, TIHANYI, POZZO, KELLIS, TSARPELA, FOTI, MANNO e TRANQUILI (1995). Dessa forma, obteve-se a potência média, além da força média e velocidade média na fase concêntrica.

Os sujeitos foram orientados a realizar o movimento o mais rápido possível sem perder o contato dos pés com o solo. Foram realizadas duas séries de seis repetições com três minutos de intervalo entre as séries. A série que apresentou a maior média das três melhores repetições foi utilizada para análise estatística.

### Programa de treinamento

O treinamento foi realizado durante oito semanas, três vezes por semana em dias alternados, para os grupos TF e TP. Cada sessão de treinamento

teve início com uma corrida de cinco minutos a 9 km/h em esteira sendo sucedida por cinco minutos de exercícios de flexibilidade para membros inferiores. Na seqüência, foram realizadas duas séries de meio agachamento, a primeira somente com a barra e a segunda com 50% de 1 RM para finalizar o aquecimento. Então, ambos os grupos realizaram a parte principal do treinamento. Os protocolos de treinamento estão descritos nas TABELAS 1 e 2, para os grupos TF e TP, respectivamente. O treino do grupo TP teve intervalo de recuperação de três minutos entre as séries, exceto para cargas de 60%, para as quais a recuperação foi de quatro minutos. O grupo TF também treinou com intervalos de três minutos de recuperação, exceto para as séries de

quatro repetições máximas, para as quais foi determinado intervalo de quatro minutos.

TABELA 1 - Protocolo de treinamento do grupo força máxima (TF).

| Protocolo de treinamento - Grupo TF |   |   |   |
|-------------------------------------|---|---|---|
|                                     | Segunda   | Quarta  | Sexta   |
| Semana 1                            | 4 <sup>10</sup>                                   | 4 <sup>10</sup>                                   | 4 <sup>10</sup>                                   |
| Semana 2                            | 2 <sup>10</sup> ; 3 <sup>8</sup>                  | 3 <sup>8</sup> ; 2 <sup>6</sup>                   | 2 <sup>10</sup> ; 3 <sup>8</sup>                  |
| Semana 3                            | 3 <sup>8</sup> ; 3 <sup>6</sup>                   | 3 <sup>8</sup> ; 3 <sup>6</sup>                   | 3 <sup>8</sup> ; 3 <sup>6</sup>                   |
| Semana 4                            | 2 <sup>10</sup> ; 2 <sup>8</sup> ; 2 <sup>6</sup> | 2 <sup>10</sup> ; 2 <sup>8</sup> ; 2 <sup>6</sup> | 2 <sup>10</sup> ; 2 <sup>8</sup> ; 2 <sup>6</sup> |
| Semana 5                            | 1 <sup>8</sup> ; 3 <sup>6</sup> ; 3 <sup>4</sup>  | 3 <sup>6</sup> ; 4 <sup>4</sup>                   | 4 <sup>6</sup> ; 3 <sup>4</sup>                   |
| Semana 6                            | 3 <sup>6</sup> ; 3 <sup>4</sup>                   | 4 <sup>6</sup> ; 4 <sup>4</sup>                   | 4 <sup>6</sup> ; 4 <sup>4</sup>                   |
| Semana 7                            | 3 <sup>6</sup> ; 3 <sup>4</sup>                   | 3 <sup>6</sup> ; 3 <sup>4</sup>                   | 3 <sup>6</sup> ; 3 <sup>4</sup>                   |
| Semana 8                            | 2 <sup>6</sup> ; 2 <sup>4</sup>                   | 2 <sup>6</sup> ; 2 <sup>4</sup>                   | 2 <sup>6</sup> ; 2 <sup>4</sup>                   |

2<sup>4</sup> a base representa o número de séries e o expoente o número de repetições máximas realizadas.

TABELA 2 - Protocolo de treinamento do grupo potência (TP).

| Protocolo de treinamento - Grupo TP |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|
|                                     | Segunda  | Quarta   | Sexta  |
| Semana 1                            | 4 <sup>8</sup> (30%)   | 4 <sup>8</sup> (30%)   | 4 <sup>8</sup> (30%)   |
| Semana 2                            | 2 <sup>8</sup> (30%); 3 <sup>8</sup> (40%)                       | 3 <sup>8</sup> (40%); 2 <sup>6</sup> (50%)                       | 2 <sup>8</sup> (30%); 3 <sup>8</sup> (40%)                       |
| Semana 3                            | 3 <sup>8</sup> (40%); 3 <sup>6</sup> (50%)                       | 3 <sup>8</sup> (40%); 3 <sup>6</sup> (50%)                       | 3 <sup>8</sup> (40%); 3 <sup>6</sup> (50%)                       |
| Semana 4                            | 2 <sup>8</sup> (30%); 2 <sup>8</sup> (40%); 2 <sup>6</sup> (50%) | 2 <sup>8</sup> (30%); 2 <sup>8</sup> (40%); 2 <sup>6</sup> (50%) | 2 <sup>8</sup> (30%); 2 <sup>8</sup> (40%); 2 <sup>6</sup> (50%) |
| Semana 5                            | 2 <sup>8</sup> (30%); 3 <sup>8</sup> (40%); 2 <sup>6</sup> (50%) | 3 <sup>8</sup> (40%); 4 <sup>6</sup> (60%)                       | 3 <sup>8</sup> (30%); 2 <sup>6</sup> (50%); 2 <sup>6</sup> (60%) |
| Semana 6                            | 3 <sup>8</sup> (30%); 3 <sup>6</sup> (60%)                       | 4 <sup>8</sup> (40%); 4 <sup>6</sup> (50%)                       | 4 <sup>8</sup> (40%); 4 <sup>6</sup> (50%)                       |
| Semana 7                            | 3 <sup>8</sup> (40%); 3 <sup>6</sup> (60%)                       | 2 <sup>8</sup> (40%); 4 <sup>6</sup> (60%)                       | 2 <sup>8</sup> (40%); 4 <sup>6</sup> (60%)                       |
| Semana 8                            | 2 <sup>8</sup> (40%); 2 <sup>6</sup> (50%)                       | 2 <sup>8</sup> (40%); 2 <sup>6</sup> (50%)                       | 2 <sup>8</sup> (40%); 2 <sup>6</sup> (50%)                       |

2<sup>4</sup> a base representa o número de séries e o expoente o número de repetições realizadas. Entre parênteses é exibida a intensidade utilizada.

O número de séries ao longo do treinamento foi equalizado para os dois grupos de treinamento. Na primeira sessão da sexta semana de treinamento houve redução no volume em relação ao restante da semana devido à realização neste dia do teste controle de força máxima, conforme identificado na FIGURA 1. Quanto à intensidade, o grupo TF treinou a partir de repetições máximas enquanto o grupo TP treinou a partir de percentuais de 1 RM. Os percentuais variavam durante a semana para todos os sujeitos do grupo TP, da mesma forma (TABELA 2). Assim, para nos certificarmos quanto à diferença entre as intensidades de treinamento dos dois grupos foi feita a média da intensidade semanal do grupo TP e utilizou-se esse valor como

referência para comparar com as intensidades utilizadas por cada um dos sujeitos do grupo TF através de um teste-t para uma amostra. As intensidades de treinamento foram diferentes entre os grupos para todas as semanas de treinamento ( $p < 0,0001$ ). Na FIGURA 2 é possível observar as intensidades do treinamento para os dois grupos.

No treino do grupo TP não foi permitida a perda de contato com o solo ao final da extensão dos segmentos inferiores. Este procedimento foi aplicado para garantir condições semelhantes entre os grupos. Para o grupo TF, exigiu-se que os sujeitos tentassem realizar o movimento na maior velocidade possível, visando o aumento da eficiência do treinamento (BEHM & SALE, 1993).

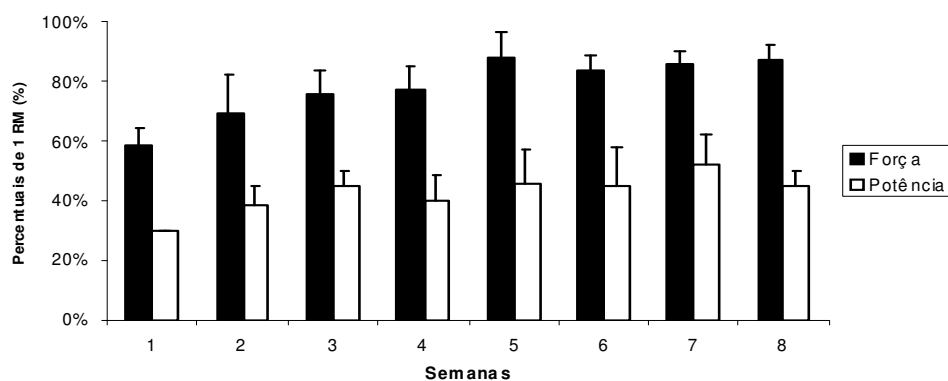


FIGURA 2 - Percentual médio ( $\pm$  DP) da intensidade utilizada por cada um dos grupos ao longo das oito semanas.

## Análise estatística

Os dados obtidos apresentaram distribuição normal e por isso foram utilizadas técnicas paramétricas, com auxílio do pacote estatístico SAS®. Foi empregado um modelo misto tendo grupo (dois níveis) e tempo (dois níveis) como fatores fixos e os sujeitos como fator aleatório. O tratamento aplicado foi uma ANOVA para medidas repetidas com

dois fatores. O primeiro fator foi grupo, com dois níveis (grupos TF e TP). O segundo fator foi o tempo, com dois níveis (pré e pós-teste). Na ocorrência de valores de F significantes, foi utilizado um ajustamento de Tukey para efeito de comparações múltiplas. Foi adotado um valor de significância de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

Após oito semanas de treinamento os dois grupos aumentaram de forma significativa a força máxima,

assim como a força relativa de membros inferiores, conforme indicado na TABELA 3.

TABELA 3 - Força Máxima (1 RM), em quilogramas, e Força Relativa (1 RM/Peso corporal) no teste de 1 RM no meio agachamento, média ( $\pm$ DP).

|                                      | Grupo Potência      |                      | Grupo Força         |                      |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                                      | Pré                 | Pós                  | Pré                 | Pós                  |
| Força máxima - 1 RM (kg)             | 147,3 ( $\pm$ 17,2) | 170,6 ( $\pm$ 19,3)* | 144,4 ( $\pm$ 17,6) | 178,5 ( $\pm$ 19,7)* |
| Força relativa- (1 RM/Peso corporal) | 1,95 ( $\pm$ 0,26)  | 2,23 ( $\pm$ 0,28)*  | 1,91 ( $\pm$ 0,25)  | 2,37 ( $\pm$ 0,25)*  |

\*  $p < 0,001$ .

Analisados em conjunto, os dados do TF e do TP também apresentaram aumento significativo da força relativa concêntrica média produzida no teste de potência a 30% 1 RM ( $p < 0,0001$ ). Este resultado, apresentado na FIGURA 3, indica efeito principal de tempo. Já a magnitude da alteração sofrida por cada um dos grupos isoladamente não foi suficiente para atingir significância.

A velocidade concêntrica média apresentou diminuição significativa ( $p < 0,0001$ ) do pré para o pós-teste, quando considerados os grupos

conjuntamente (efeito principal de tempo), conforme indicado na FIGURA 4. Contudo, apesar das respostas do TF e do TP terem sido semelhantes, houve uma forte tendência de o grupo força apresentar menores valores de velocidade concêntrica média do que o grupo potência no pós-teste ( $p = 0,0529$ ).

Já a potência relativa concêntrica média apresentou aumento significativo, novamente quando analisados os dois grupos em conjunto ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 5).

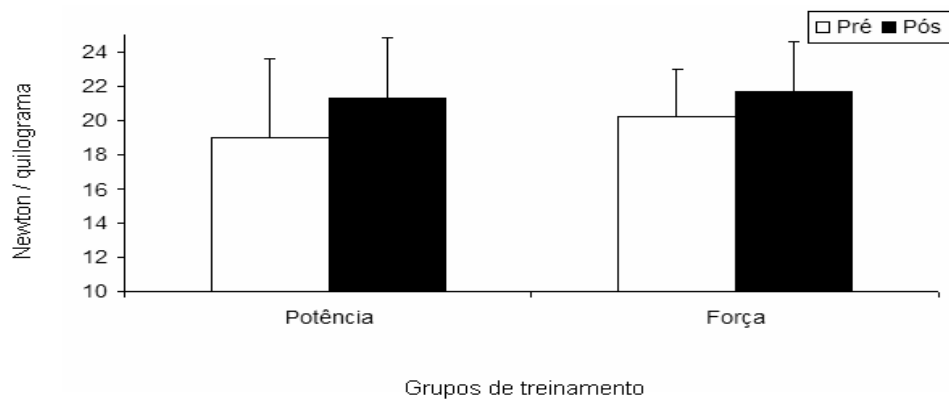


FIGURA 3 - Força relativa concêntrica média (Newton/quilograma) obtida no teste de potência com 30% 1 RM, média ( $\pm$ DP), para os grupos TP e TF pré e pós-treinamento.

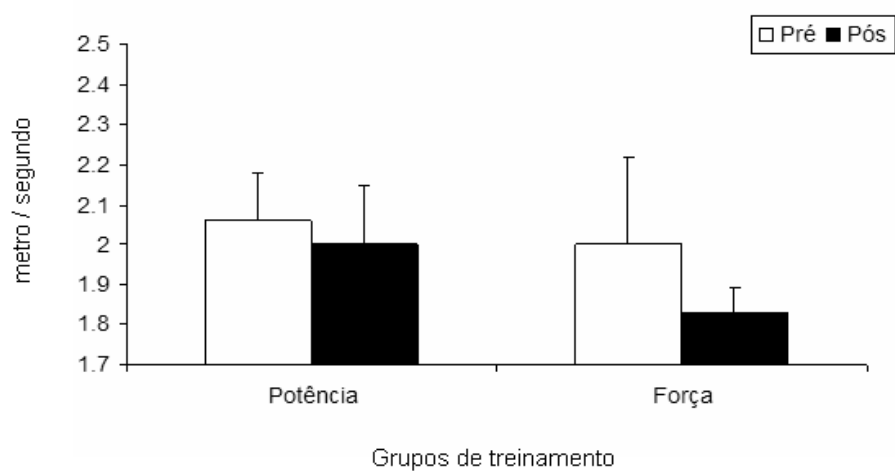


FIGURA 4 - Velocidade concêntrica média (metros/segundo) obtida no teste de potência com 30% 1 RM, média ( $\pm$ DP), para os grupos TP e TF pré e pós-treinamento.

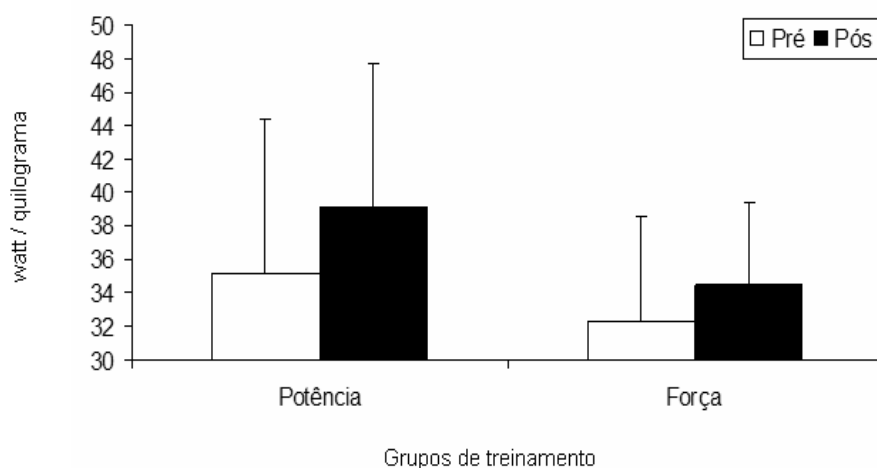


FIGURA 5 - Potência concêntrica média (watt/quilograma), média ( $\pm$ DP), para os grupos TP e TF pré e pós-treinamento.

## Discussão

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma comparação dos dois grupos de treinamento, TF e TP, quanto à eficiência em aumentar a força máxima e a potência produzida no exercício meio agachamento. Os principais achados foram que ambos os grupos de treinamento aumentaram tanto a força máxima quanto a potência de maneira semelhante.

Inicialmente, faz-se necessário destacar a ausência de um grupo controle, o qual não realizaria nenhum tipo de treinamento. Optou-se por não utilizar um grupo controle devido à extensiva familiarização a que os sujeitos foram expostos, produzindo uma variabilidade na produção de potência mecânica menor que 3%. Esse valor foi muito inferior ao aumento percentual médio de potência encontrado no nosso estudo (9,19%), evidenciando um real efeito de treinamento.

Na literatura, há evidências que sustentam a hipótese dos ganhos semelhantes em força máxima a partir do treinamento de potência e de força máxima (HARRIS et al., 2000; KYROLAINEN et al., 2005). Porém, não é comum serem reportados os valores de força relativa, o que impede a realização de inferências sobre o grau de treinabilidade dos sujeitos envolvidos nos estudos. No presente trabalho, o valor médio inicial de força relativa de toda a amostra foi  $1,95 \pm 0,24$ . Portanto, mesmo com a ausência de no mínimo seis meses do treinamento de força, os indivíduos apresentaram um nível elevado de força de membros inferiores, sendo provavelmente menos responsivos ao treino. Optou-se por uma amostra com este perfil por ser mais próximo da realidade esportiva, tal como evidenciado por MCBRIDE et al. (2002). Apesar da força relativa elevada, no presente estudo verificou-se efeito positivo e significativo de ambos os protocolos de treinamento.

As justificativas para os ganhos em força máxima a partir de um protocolo de TF, mesmo com duração de oito semanas, encontram-se bem elaboradas atualmente na literatura e relacionam-se a fatores tais como: a) maximização do recrutamento das unidades motoras; b) aumento da frequência de recrutamento; e c) desenvolvimento da coordenação intermuscular (ENOKA, 1997).

Porém, as justificativas pelas quais o TP pode equiparar-se em eficiência no ganho de força máxima ao TF não são ainda consenso. Podemos destacar três possíveis explicações para esse fenômeno. A primeira está relacionada à característica mecânica do treino de potência (KELLIS, ARAMBATZI & PAPADOPOULOS, 2005).

A elevada velocidade no início da fase excêntrica pode provocar momentos articulares elevados no joelho e quadril. Dessa forma, os extensores de joelho e quadril, agonistas primários no agachamento (ESCAMILLA, FLEISIG, ZHENG, BARRENTINE, WILK & ANDREWS, 1998), podem ter sido submetidos, ao longo de todo o processo de treino, a ações excêntricas em alta velocidade. Esse tipo de ação excêntrica parece levar a um aumento mais acentuado de força máxima que ações excêntricas em baixa velocidade (PADDON-JONES, LEVERITT, LONERGAN & ABERNETHY, 2001; SHEPSTONE, TANG, DALLAIRE, SCHUENKE, STARON & PHILLIPS, 2005). A segunda explicação indica que ações musculares com transição excêntrica-concêntrica veloz, conforme executado no TP, podem levar ao aumento da tensão gerada, e da potência de fibras musculares isoladas (MALISOUX, FRANCAUX, NIELENS & THEISEN, 2006), tornando a musculatura agonista mais eficiente para gerar tensão em curto intervalo de tempo. E, finalmente, a realização do treino de potência, utilizando-se intensidade de treinamento compatível com a zona de produção de potência máxima parece ser eficiente para garantir o aumento não só da potência, como também da força máxima (LYTTLE, WILSON & OSTROWSKI, 1996; MOSS et al., 1997; WILSON et al., 1993), o que não se verifica quando intensidades inferiores à zona de potência máxima são empregadas (MOSS et al., 1997; WILSON et al., 1993).

Os resultados de força relativa indicam que, assim como para a força máxima, não ocorreu interação, já que ambos os grupos apresentaram aumento significativo e em magnitude semelhante em relação ao pré-teste. Para o esporte este é um aspecto bastante positivo, já que em grande parte das modalidades esportivas pretende-se aumentar a força máxima dos atletas com a menor alteração possível do peso corporal.

Da mesma forma que a força máxima, a potência relativa concêntrica média também apresentou uma resposta positiva ao treinamento. Verificou-se aumento significativo dos valores quando analisados os dois grupos em conjunto. Portanto, identificaram-se dois protocolos de treinamento com características bastante distintas quanto à intensidade empregada (TF e TP), mas eficiência semelhante na geração de potência muscular. No esporte, um atleta normalmente necessita vencer a resistência apenas do seu peso corporal, por isso optou-se por relativizar a potência gerada em função do peso corporal, conforme descrito por CRONIN e SLEIVERT

(2005). Segundo estes autores, a relativização ao peso corporal em testes com carga permite uma melhor representação da capacidade de produzir potência em atividades como saltar ou correr entre indivíduos com diferentes massas corporais. Indivíduos maiores podem ser capazes de mover cargas mais elevadas nos testes, dada sua maior massa muscular, e dessa forma produzirem maior potência absoluta. No entanto, este desempenho pode não ser transferido na mesma proporção à prática esportiva específica, pois, nesse caso, a massa corporal a ser movimentada é também maior. A relativização proposta elimina a influência dos diferentes pesos corporais dos sujeitos avaliados.

Outro aspecto relevante relacionado à potência relativa concêntrica média é a relação entre a carga absoluta empregada no teste de potência com 30% 1 RM pré e pós-treinamento e o peso corporal dos indivíduos. A carga absoluta utilizada foi alterada de forma significativa do pré para o pós-teste como consequência do aumento da força máxima dos indivíduos com o treinamento. Dado o aumento da força máxima, o volume total movido pelos sujeitos no teste de potência a 30% 1 RM foi maior no pós-teste. É possível que o aumento da potência verificado no teste com 30% 1 RM possa ser ainda mais significativo quando a resistência a ser vencida apresente um valor fixo, como no caso do peso corporal, em contexto esportivo. Neste contexto, indivíduos cujo nível de força máxima foi elevado em resposta a um programa de treinamento bem-sucedido podem ter a produção de potência aumentada não só pela maior aplicação de força como também por serem capazes de produzir o movimento em maior velocidade, pelo fato de atuarem contra uma resistência de valor absoluto estável, representada pelo próprio peso corporal. HAKKINEN e KOMI (1985) observaram o aumento da produção de potência no agachamento em resposta a diferentes cargas absolutas fixas do pré para o pós-teste. De acordo com estes resultados, houve modificação de todo o espectro da curva força-velocidade, tendo o desempenho aumentado tanto para cargas baixas quanto altas.

Conforme descrito, o aumento da força máxima fez com que os valores absolutos empregados no pós-teste de potência a 30% 1 RM fossem maiores em relação ao pré-teste. A contribuição da força máxima para o desempenho no teste de potência pode ser verificada pelo aumento significativo, para os dois grupos em conjunto, da força relativa concêntrica média medida durante o teste. Sendo a

potência o produto escalar entre força e velocidade (ENOKA, 2002), é possível afirmar que o aumento da força máxima contribuiu para o melhor desempenho no pós-teste de potência. Portanto, o produto gerado entre força e velocidade foi favorável ao aumento da potência apesar de ter ocorrido diminuição significativa da velocidade concêntrica média, para os dois grupos conjuntamente.

Ambos os grupos de treinamento apresentaram menor velocidade concêntrica média no pós-teste, porém, o grupo TF teve diminuição significativa da velocidade. Estes resultados demonstram que o aumento da capacidade de gerar tensão, evidenciada pelo aumento da força máxima, não progrediu linearmente com a velocidade. Os estímulos de treinamento empregados foram suficientes para levar ao aumento da força, mas insuficientes para que ocorresse aumento de mesma magnitude da velocidade de contração. Frente a uma mesma carga relativa, os indivíduos se tornaram mais lentos. Além disso, os indivíduos submetidos ao TF apresentaram forte tendência a ficar mais lentos que os indivíduos de TP. Assim, no presente estudo, o aumento da força foi mais determinante que a diminuição da velocidade na alteração da potência no pós-teste. Na prática esportiva, o aumento da velocidade de execução frente a novos níveis de força, obtidos a partir de um programa de treinamento, pode levar um período mais prolongado para se manifestar (ABERNETHY & JURIMAE, 1996). O intervalo de tempo transcorrido até que a força adquirida se torne funcional é denominado "lag-time" (ABERNETHY & JURIMAE, 1996), e contribui também para o aumento da produção de potência. Dessa forma, os resultados obtidos apontam para uma tendência já constatada na literatura de defasagem da aquisição da velocidade de execução em relação à força adquirida em um processo de treinamento.

No curto prazo, TF e TP mostraram-se igualmente eficientes no desenvolvimento da força máxima, além da forte tendência de TF diminuir a velocidade de execução de ações explosivas. Estes aspectos precisam ser levados em conta ao se estruturar um processo de treinamento, especialmente quando há restrição severa de tempo. É necessário considerar ainda a possível limitação em especificidade do teste de potência com 30% 1 RM, principalmente para TF, já que as características mecânicas dos estímulos de treino e da avaliação apresentam diferenças, conforme evidenciado por KELLIS, ARAMBATZI e PAPADOPOULOS (2005). De acordo com estes autores, a variação da carga no



exercício de agachamento provoca modificações no momento de força produzido nas três articulações dos membros inferiores. Essas modificações podem ter ocasionado certo prejuízo no desempenho de TF no teste de potência por uma menor coordenação específica para a realização do referido teste.

A partir dos resultados encontrados é possível identificar um padrão muito semelhante de resposta ao TF e ao TP. Ambos foram equivalentes no aumento da força máxima. Assim como o protocolo de força máxima equiparou-se ao de potência no aumento da potência relativa concêntrica média. O grupo TP, no entanto, apresentou a vantagem de minimizar a perda de velocidade concêntrica no teste de potência. Sendo o desenvolvimento da potência muscular o objetivo final de muitos programas de treinamento, sugere-se implementar o treinamento de potência desde fases iniciais da periodização, empregando-se variabilidade na intensidade do treino e privilegiando-se a zona de

produção de potência máxima. É possível concluir que estas orientações de treinamento permitirão o desenvolvimento da força máxima e da potência, minimizando perdas na velocidade de movimento.

A partir dos resultados obtidos neste estudo faz-se necessário investigar as alterações fisiológicas que levaram ao aumento semelhante de desempenho entre TF e TP. Neste momento, é possível estabelecer duas hipóteses, sendo: a) desempenhos semelhantes a partir de adaptações fisiológicas semelhantes; ou b) desempenhos semelhantes a partir de adaptações fisiológicas distintas. Qualquer uma das hipóteses possui importantes implicações para o treinamento. Adaptações fisiológicas distintas, em longo prazo, indicam um caráter complementar aos métodos de treinamento. Por outro lado, adaptações semelhantes podem indicar a equivalência dos estímulos de TF e TP, levando a uma reflexão crítica sobre a organização de um processo de treinamento envolvendo períodos distintos de força máxima e potência

## Abstract

Effects of two training methods on the development of lower limbs maximum strength and power

Maximum strength and power are considered complementary training methods in an athlete's training program. However, there are evidences of similar performance improvements in response to maximum strength training (ST) and power training (PT). The purpose of the present study was to compare the two training methods described in relation to their efficiency in increasing maximum strength and power in the half squat exercise. Twenty four physically active subjects (weight  $76 \pm 8.4$  kg, height  $178.2 \pm 5.3$  cm), with at least six months of strength training wash-out, were divided into two training groups, ST and PT. Pre and pos-training testing involved maximum dynamic strength (1 RM) and half squat power test with 30% 1 RM. After eight weeks of training (3x/week) we found that maximum strength increased significantly ( $p < 0.001$ ) and similarly, 23% e 16% for ST and PT, respectively. Relative mean concentric power increased when both groups were pooled ( $p < 0.05$ ). The main findings of this study were that ST and PT increased similarly both maximum strength and power.

UNITERMS: Strength; Squat; Power.

## Nota

Financiamento: FAPESP - Proc. 06-00302-3.

## Referências

- AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.93, n.4, p.1318-26, 2002.
- ABERNETHY, P.J.; JURIMAE, J. Cross-sectional and longitudinal uses of isoinertial, isometric, and isokinetic dynamometry. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.28, n.9, p.1180-7, 1996.
- BAKER, D.; NANCE, S.; MOORE, M. The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.15, n.1, p.92-7, 2001.
- BEHM, D.G.; SALE, D.G. Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 74, n. 1, p. 359-368, 1993.
- BOSCO, C.; BELLI, A.; ASTRUA, M.; TIHANYI, J.; POZZO, R.; KELLIS, S.; TSARPELA, O.; FOTI, C.; MANNO, R.; TRANQUILLI, C. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.70, n.5, p.379-386, 1995.
- BROWN, L.E.; WEIR, J.P. ASEP Procedures recommendations I: accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**, Duluth, v.4, n.3, p.1-21, 2001.
- CRONIN, J.; SLEIVERT, G. Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. **Sports Medicine**, Auckland, v.35, n.3, p.213-34, 2005.
- ENOKA, R.M. Neural adaptations with chronic physical activity. **Journal of Biomechanics**, New York, v.30, n.5, p.447-55, 1997.
- \_\_\_\_\_. **Neuromechanics of human movement**. 3rd. ed. Champaign: Human Kinetics, 2002.
- ESCAMILLA, R.F.; FLEISIG, G.S.; ZHENG, N.; BARRENTINE, S.W.; WILK, K.E.; ANDREWS, J.R. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.30, n.4, p.556-69, 1998.
- HAKKINEN, K.; KOMI, P.V. Effects of explosive type strength training on electromyography and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycles exercises. **Scandinavian Journal of Sports Science**, Stockholm, v.7, p.65-76. 1985.
- HARRIS, G.R.; STONE, M.H.; O'BRYANT, H.S.; PROULX, C.M.; JOHNSON, R.L. Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.14, n.1, p.14-20, 2000.
- JONES, K.; BISHOP, P.; HUNTER, G.; FLEISIG, G. The effects of varying resistance-training loads on intermediate- and high-velocity-specific adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.15, n.3, p.349-56, 2001.
- KELLIS, E.; ARAMBATZI, F.; PAPADOPOULOS, C. Effects of load on ground reaction force and lower limb kinematics during concentric squats. **Journal of Sports Sciences**, Oxon, v.23, n.10, p.1045-55, 2005.
- KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.36, n.4, p.674-88, 2004.
- KYROLAINEN, H.; AVELA, J.; McBRIDE, J.M.; KOSKINEN, S.; ANDERSEN, J.L.; SIPILA, S.; TAKALA, T.E.; KOMI, P.V. Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Stockholm, v.15, n.1, p.58-64, 2005.
- LYTTLE, A.D.; WILSON, G.J.; OSTROWSKI, K.J. Enhancing performance: maximal power versus combined weights and plyometrics training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.10, n.3, p.173-9, 1996.
- MALISOUX, L.; FRANCAUX, M.; NIELENS, H.; THEISEN, D. Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.100, n.3, p.771-9, 2006.
- McBRIDE, J.M.; TRIPLETT-McBRIDE, T.; DAVIE, A.; NEWTON, R.U. The effect of heavy versus light-load jump squats on the development of strength, power and speed. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.16, n.1, p.75-82, 2002.
- MOSS, B.M.; REFSNES, P.E.; ABILDGAARD, A.; NICOLAYSEN, K.; JENSEN, J. Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.75, n.3, p.193-9, 1997.
- PADDON-JONES, D.; LEVERITT, M.; LONERGAN, A.; ABERNETHY, P. Adaptation to chronic eccentric exercise in humans: the influence of contraction velocity. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.85, n.5, p.466-71, 2001.
- RAHMANI, A.; VIALE, F.; DALLEAU, G.; LACOUR, J.R. Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 84, p. 227-232, 2001.

SHEPSTONE, T.N.; TANG, J.E.; DALLAIRE, S.; SCHUENKE, M.D.; STARON, R.S.; PHILLIPS, S.M. Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.98, n.5, p.1768-76, 2005.

TOUMI, H.; BEST, T.M.; MARTIN, A.; POUMARAT, G. Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.36, n.9, p.1580-88, 2004.

WILSON, G.J.M.; NEWTON, R.U.; MURPHY, A.J.; HUMPHRIES, B.J. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.25, n.11, p.1279-86, 1993.

ENDEREÇO

Carlos Ugrinowitsch  
Escola de Educação Física e Esporte - USP  
Av. Prof. Mello Moraes, 65  
05508-030 - São Paulo - SP - BRASIL  
e-mail: ugrinowi@usp.br

Recebido para publicação: 04/04/2008

Revisado: 12/09/2008

Aceito: 16/09/2008