

## EFEITO DE UM PROGRAMA DE TREINO EM IDOSOS: COMPARAÇÃO DA AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA E ISOTÔNICA

Joana CARVALHO\*  
José OLIVEIRA\*  
José MAGALHÃES\*  
António ASCENSÃO\*  
Jorge MOTA\*  
José Manuel da Costa SOARES\*

---

### RESUMO

O objetivo principal deste estudo foi o de avaliar o efeito de um programa complementar de atividade física na força muscular de idosos em função do método de avaliação. Dezenove idosos (12 mulheres e sete homens) com idade média de  $68,7 \pm 4,2$  anos, um peso médio de  $66,8 \pm 8,6$  kg e altura média de  $1,6 \pm 0,1$  m, participaram num programa complementar de atividade física durante seis meses, englobando sessões de atividade física generalizada (2 x sem.; 50 min) e de treino específico de força em máquinas de resistência variável (2 x sem.; 40-50 min). A força muscular foi avaliada isotônica e isocineticamente em quatro períodos distintos: inicial ("baseline"), intermédio (três meses após), final (seis meses após) e destreino (um mês após término da atividade). Assim, o teste de uma repetição máxima (1RM) foi utilizado como medida da força concêntrica dinâmica para a extensão e flexão do joelho. A força máxima isocinética dos extensores e flexores do joelho foi avaliada, em ambos os membros, através de um dinamômetro isocinético (Biodex System 2, USA), em duas velocidades distintas:  $60^\circ/s$  e  $180^\circ/s$ . Os resultados foram os seguintes: a) a força dos músculos extensores e flexores do joelho aumentou após treino, com particular evidência no membro não-dominante; b) existe uma especificidade da resposta de adaptação relativamente ao método de avaliação utilizado, sendo que os resultados da avaliação da força de forma isocinética foram inferiores aos obtidos pela avaliação isotônica através do método de 1RM; c) na avaliação pelo método de 1RM, ao contrário da avaliação isocinética, para além das melhorias após seis meses de treino, foram observadas alterações significativas, quer nos flexores, quer nos extensores do joelho após os três primeiros meses de treino, não sendo, no entanto, observadas alterações nos últimos três meses; d) em oposição aos resultados obtidos pela avaliação isotônica, o destreino não teve um impacto significativo na redução dos níveis de força isocinética dos idosos. Conclui-se que um programa complementar de atividade física parece ser suficientemente intenso e específico para induzir melhorias na força muscular de idosos independentes. No entanto, a magnitude de resposta de adaptação e desadaptação após treino e destreino, é dependente do método de avaliação utilizado.

UNITERMOS: Idoso; Educação física e treinamento; Exercício; Força muscular; Isocinético; Isotônico.

---

### INTRODUÇÃO

O reconhecimento cada vez maior da importância da integridade e da função do sistema muscular esquelético nos idosos, justifica o crescente interesse pelo estudo dos efeitos da

atividade física neste escalão etário. O conhecimento rigoroso da força e potência musculares torna-se, assim, fundamental, quer para a avaliação da capacidade funcional, quer para a

---

\* Faculdade de Ciências de Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto Portugal.

prescrição do exercício físico, quer, ainda, para analisar a efetividade de um programa de treino (Brown & Weir, 2001).

Numerosos estudos têm demonstrado que estímulos adequados de treino de força em homens e mulheres idosas, promovem ganhos da força similares ou até superiores aos encontrados em jovens (Charette, McEvoy, Pyka, Snow-Harter, Guido, Wiswell & Marcus, 1991; Fiatarone, Marks, Ryan, Meredith, Lipsitz & Evans, 1990; Frontera, Meredith, O'Reilly, Knuttgen & Evans, 1988; Pyka, Linderberger, Charette & Marcus, 1994). Apesar da abundância da informação quanto aos efeitos do treino no organismo humano, existe uma falha na padronização de protocolos e procedimentos de avaliação, o que, por vezes, torna difícil a interpretação dos resultados (Pollock & Wilmore, 1990).

De uma forma geral, os diferentes testes de avaliação de força têm sido considerados como sendo válidos (Abernethy, Wilson & Logan, 1995). Embora muitos estudos com idosos (Bemben, Fetters, Bemben, Nabbavi & Koh, 2000; Brandon, Boyette, Gaasch & Lloyd, 2000; Lexell, Downham, Larsson, Bruhn & Morsing, 1995; Pyka et alii, 1994; Schlicht, Camaione & Owen, 2001) tenham utilizado o método de avaliação de 1RM para determinar a evolução da força muscular após aplicação de programas de atividade física, este método para além de menos rigoroso, dada a não padronização das velocidades de execução e a existência de diferentes padrões de movimento produzidos ao longo de toda a amplitude (para refs. ver Grimby, Aniansson, Hedberg, Henning, Grangard & Kvist, 1992), têm ainda a desvantagem de ser difícil a comparação dos resultados entre os estudos uma vez que eles são dependentes dos modelos dos equipamentos utilizados.

Pelo contrário, na avaliação isocinética, método cada vez mais utilizado na análise da performance muscular em estudos com idosos, os dados podem ser comparados com dados normativos já descritos para os diferentes escalões etários e níveis de atividade física (Neder, Nery, Shinzato, Andrade, Peres & Silva, 1999). Estas comparações podem ajudar a prescrever e a desenvolver programas de treino que reponham o equilíbrio, força e resistência musculares por forma a prevenir possíveis lesões e aumentar a performance. Assim, por exemplo, a relação entre grupos musculares agonistas/antagonistas pode ser utilizada para verificar desequilíbrios e debilidades em certos grupos musculares que possam predispor o sujeito à lesão (Davies, Heiderscheit & Brinks,

2000; Gleeson & Mercer, 1996). De igual modo, a avaliação bilateral (direita versus esquerda), permite, por comparação, identificar défices musculares bilaterais que se sabe contribuir para o aumento do risco de queda (Gleeson & Mercer, 1996).

Para além disso, uma das grandes vantagens da avaliação isocinética relativamente a outras formas de avaliação dinâmica é o fato de ser possível aplicar a carga máxima nos vários ângulos ao longo de todo o movimento (Brown, Kohrt & Delitto, 1991; Wrigley, 2000). Neste sentido, a avaliação isocinética, pode ser usada para analisar movimentos musculares isolados, fornecendo informações importantes acerca das características da curva de força/velocidade e da força desenvolvida em todos os ângulos do movimento (Kovaleski & Heitman, 2000).

A objetividade e reprodutibilidade da avaliação isocinética tornam-na num instrumento válido e rigoroso para analisar a efetividade de um programa de exercício físico (Davies, Heiderscheit & Brinks, 2000).

Neste sentido, e porque parece existir uma especificidade de resposta em relação ao método de avaliação (Fleck & Kraemer, 1997), o objetivo deste estudo foi o de avaliar o efeito de um programa de atividade física na força muscular de idosos em função do método de avaliação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

A amostra inicial foi constituída por 34 idosos sedentários voluntários, com idades compreendidas entre os 65 e os 81 anos. Todavia, oito destes sujeitos foram excluídos das avaliações pelo fato de terem abandonado as sessões de treino específico de força ("Musculação"), mantendo-se apenas nas sessões de "Ginástica de Manutenção" três foram retirados dada a não-presença a mais de 20% do total das sessões de atividade física e, por fim, quatro foram eliminados pelo fato de faltarem a mais de oito sessões consecutivamente. Neste sentido, a amostra final passou a ser de 19 sujeitos (12 mulheres e sete homens) com idade média de  $68,7 \pm 4,2$  anos, um peso médio de  $66,8 \pm 8,6$  kg e altura média de  $1,6 \pm 0,1$  m.

Todos os sujeitos da amostra eram voluntários e viviam de forma independente no seu cotidiano. Todos os idosos foram informados das

possíveis implicações do protocolo experimental, após o que deram o seu consentimento formal para participarem no estudo.

A presença de patologias crônicas e o uso de medicamentos foram determinados a partir de informação pessoal, assim como, por parte do respectivo médico assistente. Após exame clínico todos os sujeitos foram considerados saudáveis e assintomáticos. De igual modo, os medicamentos utilizados pertenciam a grupos farmacológicos considerados como não-influenciadores nos parâmetros avaliados.

Foi pedido a todos os sujeitos da amostra para manterem as suas atividades de rotina e para não alterarem o seu nível de atividade física ao longo do programa de treino. Após terminar o programa de treino, foi solicitado aos idosos para continuarem a sua atividade diária e para não realizarem qualquer forma de exercício físico regular durante um mês.

Com o objetivo de caracterizar a atividade física habitual dos idosos e de verificar possíveis alterações dessa atividade diária ao longo do protocolo experimental, foi aplicado à totalidade da amostra, nos diferentes momentos de avaliação, um inquérito baseado no questionário de Baecke, Burema e Frijters (1982) e validado para a população idosa por Voorrips, Ravelli, Dongelmans, Deurenberg e Van Staveren (1991).

### **Protocolo de treino**

Todos os sujeitos da amostra foram submetidos a um programa de treino combinado durante seis meses, que envolveu um programa bi-semanal de “Ginástica de Manutenção” (quartas-feiras e sextas-feiras - 50 min) e um programa bi-semanal de “Musculação” (terças-feiras e quintas-feiras 40-50 min). Todas as sessões foram supervisionadas por um monitor acadêmica e profissionalmente qualificado.

As sessões de “Ginástica de Manutenção” foram, genericamente, compostas por: a) um período de aquecimento de cerca de 10 minutos (caminhar, exercícios calistênicos e exercícios de flexibilidade); b) um período de aproximadamente 15 minutos de trabalho muscular (exercícios de força e de flexibilidade); c) uma parte aeróbia num total de cerca de 1/5 da aula (caminhar, dança e “jogging”); d) um período de cerca de cinco minutos com exercícios de coordenação, jogos e equilíbrio; e, por fim, um período de relaxamento/alongamento.

O treino específico de força

(“sessões de musculação”) incluiu um período de aquecimento padronizado de baixa intensidade em bicicleta ergométrica (Tectrix, Bike-Max, USA) e/ou remo ergométrico (Concept II, Morrisville, Vermont, USA) e alguns exercícios de alongamento muscular durante cerca de 8-10 minutos. Posteriormente, existiu um período de exercitação (20-30 minutos) em máquinas comerciais de resistência variável por pesos (Nautilus Sports/Medical Industries, Independence, USA) e, por fim, efetuou-se um breve período de relaxamento (5-10 minutos) com retorno à calma (caminhar) e alongamento dos principais grupos musculares exercitados.

O protocolo de treino de força foi especificamente direcionado para aumentar a força e a massa muscular dos músculos extensores e flexores do joelho, dos músculos do tronco (parte superior) e membros superiores e músculos abdominais.

Os exercícios da parte superior e inferior do corpo foram efetuados alternadamente a fim de minimizar a fadiga, com um intervalo de repouso de, aproximadamente, dois minutos. Cada repetição durou 3-6 s, não existindo um período superior a 2 s entre as repetições e uma pausa de, pelo menos, dois minutos entre as duas séries de 10-12 repetições a 70% de 1RM.

A intensidade do treino foi gradualmente aumentada ao longo das duas primeiras semanas de treino. Assim, o objetivo durante a primeira semana de treino de força foi, para além da determinação da repetição máxima individual (1RM), a familiarização com as máquinas e a consciencialização da correta realização dos movimentos (técnica de execução e respiração). Nesta fase, o trabalho foi desenvolvido a 60% de 1RM. Na segunda semana, a carga foi elevada para 70% de 1RM, sendo esta a carga imposta até ao final do programa.

Os testes de aferição da carga (1RM) foram realizados de 15 em 15 dias até às primeiras quatro semanas e a cada quatro semanas até ao final do programa. Entre os testes de 1RM, a carga foi aumentada naqueles sujeitos que realizavam confortavelmente 12 ou mais repetições nas duas séries.

### **Avaliação da força muscular**

Todos os testes foram realizados no início do estudo (M0) e repetidos após períodos de três (M1) e seis meses (M2) após treino, bem como, um mês após o término da atividade (M3).

As avaliações nos diferentes momentos foram realizadas com o mesmo equipamento, na mesma posição e com a mesma técnica de avaliação.

O mesmo encorajamento verbal foi dado a todos os indivíduos e todos os testes foram aplicados pelo mesmo avaliador.

### **Avaliação de 1RM**

O teste de uma repetição máxima (1RM) foi utilizado como medida da força concêntrica dinâmica para a extensão e flexão do joelho. Após familiarização e aquecimento, o cálculo do 1RM foi feito utilizando o princípio da carga descendente. Ou seja, as tentativas foram realizadas a partir das cargas mais elevadas até o movimento ser efetuado em toda a sua amplitude. Um período de aproximadamente, 60 segundos de repouso foi considerado entre as tentativas (Brown & Weir, 2001). A regulação das cargas foi de acordo com as características das máquinas que permitiam uma variação de 10 Lb (4,54 kg). Entre cada exercício um mínimo de dois minutos de repouso foi estabelecido. O número máximo de tentativas, dada a experiência do avaliador, nunca ultrapassou as quatro.

### **Avaliação da força isocinética**

A força máxima dos músculos extensores e flexores do joelho foi avaliada no membro dominante e não-dominante através de um dinamômetro isocinético (Biodex System 2, USA) em duas velocidades angulares distintas: 60°/s (1,05 rad.s<sup>-1</sup>) e 180°/s (3,14 rad.s<sup>-1</sup>). Estas velocidades escolhidas são as mais frequentemente utilizadas nos estudos com idosos, sendo consideradas seguras, quer em termos cardiovasculares, quer em termos musculares (para refs. ver Bellew & Malone, 2000).

O posicionamento do indivíduo e o alinhamento das articulações para a flexão/extensão do joelho foram efetuados de acordo com as instruções definidas para este equipamento pela Biodex Medical System, Inc (Wilk, 1991). Após os indivíduos estarem confortavelmente sentados, procedeu-se à colocação dos cintos bem ajustados ao nível do tronco, quadril e coxa de modo a estabilizar estes segmentos corporais e restringir o mais possível o movimento à flexão e extensão do joelho. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo femural e a carga de resistência foi colocada cerca de 2 cm acima do maléolo interno.

A referência anatômica angular da articulação do joelho introduzida no dinamômetro foi obtida mediante a utilização de um goniômetro. Os possíveis erros induzidos no torque pela força da gravidade foram corrigidos com base no peso do membro inferior a 0°/s e calculados pelo próprio “software” do equipamento.

Antes da realização do teste máximo, os sujeitos realizaram um aquecimento padronizado numa bicicleta ergométrica (Monark, Sweden) durante cinco minutos, a 60 rpm, utilizando, para tal, uma carga correspondente a 2% do peso corporal. Os sujeitos tiveram, ainda, um prévio período de habituação ao dinamômetro mediante a realização de 10 repetições sub-máximas de extensão/flexão do joelho a 180°/s e cinco repetições a 60°/s, após o qual se seguiu um período de repouso de dois minutos.

Para o teste, os indivíduos efetuaram cinco repetições máximas a 180°/s e três a 60°/s, havendo um período de repouso de dois minutos entre os testes, respeitando as normas do fabricante para a utilização de equipamentos isocinéticos (Wilk, 1991).

Para a avaliação da força máxima, a totalidade do movimento do membro inferior foi requerida desde a posição de fletido (90°) até à máxima extensão possível. Durante o teste, os sujeitos foram verbalmente encorajados para desenvolverem a sua máxima força, não tendo, no entanto, quaisquer “feedbacks” visuais.

Para determinar a confiabilidade do teste isocinético, foram avaliados oito sujeitos em dois momentos distintos (teste e reteste), separados entre si por um período de 20 dias. O coeficiente de correlação de Pearson obtido foi de  $r = 0,93$  ( $p < 0,001$ ).

De forma a estabelecer a comparação entre os ganhos relativos após programa de treino nos movimentos de extensão e de flexão do joelho, no que se refere aos dois métodos de avaliação utilizados, efetuou-se uma análise sobre o valor médio da força isocinética de ambos os membros estudados (dominante + não-dominante) a 60°/s, quer para a flexão, quer para a extensão do joelho e, posteriormente, comparou-se este valor com aquele obtido nos mesmos movimentos, por ambos os membros inferiores, pelo método de 1RM.

### **Procedimentos estatísticos**

Procedeu-se a uma análise exploratória dos dados com o objetivo de averiguar a normalidade da distribuição correspondente a

cada uma das variáveis em estudo, assim como a presença de "outliers". A análise das diferenças entre os métodos de avaliação foi efetuada a partir do t-teste de medidas independentes. A análise de variância de medidas repetidas (Anova) foi utilizada para testar as diferenças nos diferentes momentos de avaliação. A múltipla comparação à posteriori (Post-Hoc) foi realizada através do teste de Scheffe. O nível de significância considerado foi de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

As TABELAS 1 e 2 representam os valores da força, nos diferentes momentos estudados, de acordo com o método de avaliação.

**TABELA 1** - Peak torque (Nm), por avaliação isocinética, nos diferentes momentos observados (média  $\pm$  desvio padrão) (n = 19).

	180ED	180END	180FD	180FND	60ED	60END	60FD	60FND
<b>M0</b>	70,4 $\pm$ 21,9	59,8 $\pm$ 21,7	34,1 $\pm$ 11,4	34,9 $\pm$ 13,8	107,9 $\pm$ 31,3	98,7 $\pm$ 30,9	50,6 $\pm$ 16,8	50,2 $\pm$ 18,0
<b>M1</b>	69,8 $\pm$ 19,6	64,1 $\pm$ 20,6	36,9 $\pm$ 10,8	38,5 $\pm$ 12,2	109,3 $\pm$ 31,1	102,7 $\pm$ 31,6	51,5 $\pm$ 18,0	55,9** $\pm$ 18,4
<b>M2</b>	72,8 $\pm$ 23,3	67,2* $\pm$ 21,8	37,4 $\pm$ 14,0	41,8* $\pm$ 12,7	113,1 $\pm$ 32,4	107,1* $\pm$ 27,9	56,9 $\pm$ 20,9	59,3* $\pm$ 19,4
<b>M3</b>	71,1 $\pm$ 21,8	66,2 $\pm$ 20,1	38,2 $\pm$ 12,9	41,6# $\pm$ 13,9	112,2 $\pm$ 34,7	108,1# $\pm$ 30,8	56,3 $\pm$ 18,3	59,1# $\pm$ 18,9

180 = velocidade de 180°/s; 60 = velocidade de 60°/s; E = extensão do joelho; F = flexão do joelho; D = membro dominante; ND = membro não-dominante; M0 = valores iniciais; M1 = 3 meses após treino; M2 = 6 meses após treino; M3 = 1 mês após treino; \* M0 vs. M2; \*\* M0 vs. M1; # M0 vs. M3 ( $p < 0,05$ ).

Através da observação da TABELA 1 é possível constatar que, à exceção do membro dominante, nos dois movimentos e em ambas as velocidades avaliadas, todas as outras variáveis apresentaram valores significativamente mais elevados no momento final do treino (M2). Para

além disso, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o momento inicial (M0) e o treino (M3) no membro não-dominante a 60°/s, quer na flexão, quer na extensão do joelho, bem como, no movimento de flexão do joelho na velocidade angular de 180°/s.

**TABELA 2** - Valores médios da força isotônica (kg), através do método de 1RM, dos flexores e extensores do joelho nos diferentes momentos estudados (média  $\pm$  desvio padrão) (n = 19).

	Flexores	Extensores
<b>M0</b>	32,6 $\pm$ 9,2	48,8 $\pm$ 14,2
<b>M1</b>	40,0 $\pm$ 10,6**	56,1 $\pm$ 17,1**
<b>M2</b>	43,9 $\pm$ 14,0*	60,1 $\pm$ 16,2*
<b>M3</b>	38,8 $\pm$ 16,7Ø#	49,1 $\pm$ 16,9#

M0 = valores iniciais; M1 = 3 meses após treino; M2 = 6 meses após treino; M3 = 1 mês após treino; \*M0 vs. M2; \*\* M0 vs. M1; ØM0 vs. M3; # M2 vs. M3 ( $p < 0,05$ ).

Da análise da tabela anterior constata-se que, à exceção da variação do valores da força muscular de ambos os grupos musculares entre os dois momentos intermédios M1 e M2, bem como, dos músculos extensores entre o momento

M3 e o momento M0 todos os outros índices apresentam diferenças significantes, apresentando-se sempre os valores do momento 2 superiores aos restantes.

**TABELA 3** Percentagem de alteração após programa de treino (%) em função do método de avaliação (média  $\pm$  desvio padrão) (n = 19).

		% Alteração			
		M0 vs. M1 (M01)	M1 vs. M2 (M12)	M0 vs. M2 (M02)	M2 vs. M3 (M23)
Avaliação 1RM	Flexão do joelho	23,2 $\pm$ 11,7	8,9# $\pm$ 10,5	34,3 $\pm$ 18,8	-19,9 $\pm$ 22,3
	Extensão do joelho	15,7 $\pm$ 10,2	7,6# $\pm$ 8,7	24,4 $\pm$ 14,8	-18,8 $\pm$ 10,9
Avaliação isocinética	Flexão 60°/s	7,5* $\pm$ 18,7	10,1* $\pm$ 14,3	4,4* $\pm$ 27,2	0,2* $\pm$ 13,9
	Extensão 60°/s	3,3** $\pm$ 11,7	5,1** $\pm$ 10,6	5,1** $\pm$ 8,4	-0,3** $\pm$ 8,7

M0 = valores iniciais; M1 = 3 meses após treino; M2 = 6 meses após treino; M3 = 1 mês após destreino;

\*flexão isotônica do joelho vs. flexão isocinética a 60°/s; \*\* extensão isotônica do joelho vs. extensão isocinética a 60°/s;

\*# M01 vs. M12 (p < 0,05).

É possível verificar pela leitura da TABELA 3 que, quer no movimento de flexão, quer no de extensão, a variação da força muscular avaliada pelo método de 1RM foi sempre significativamente maior do que quando avaliada através do método isocinético. Para além disso, na referida tabela, é possível constatar que, contrariamente à avaliação isocinética, quando a avaliação se faz pelo método de 1RM, a percentagem de alteração após os três primeiros meses (M01) foi significativamente superior comparativamente ao ganho dos últimos três meses (M12).

## DISCUSSÃO

Este estudo mostra que: a) um programa complementar de atividade física, induziu aumentos na força dos músculos extensores e flexores do joelho de idosos, com particular evidência no membro não-dominante; b) os resultados da avaliação da força de forma isocinética foram inferiores aos obtidos pela avaliação isotônica através do método de 1RM; c) na avaliação pelo método de 1RM, ao contrário da avaliação isocinética, para além das melhorias após seis meses de treino, foram observadas alterações significativas, quer nos flexores, quer nos extensores do joelho após os três primeiros meses de treino, não sendo, no entanto, observadas alterações nos últimos três meses de treino; d) em oposição à avaliação isocinética, o destreino teve

um impacto significativo na redução dos níveis de força isotônica.

Os aumentos da força do presente estudo foram menores do que aqueles descritos noutros trabalhos. Por exemplo, Frontera et alii (1988) encontraram aumentos muito mais expressivos (107%) nos valores de 1RM dos extensores do joelho após 12 semanas de treino bilateral de força em idosos. Fiatarone et alii (1990) descreveram aumentos na ordem de 174% após oito semanas de treino de força. Estas diferenças são, muito provavelmente, justificadas nos baixos níveis de força iniciais dos idosos destes estudos, até porque, em ambos os trabalhos, a amostra englobou idosos institucionalizados e debilitados. Por outro lado, para além das diferentes metodologias de avaliação, a ausência de sessões de familiarização para controlar os efeitos da aprendizagem motora observada nestes estudos (Charette et alii, 1991; Fiatarone et alii, 1990; Lindle, Metter, Lynch, Fleg, Fozard, Tobin, Roy & Hurley, 1997) pode também, em parte, contribuir para estas diferenças. No presente trabalho, o fator aprendizagem na avaliação isocinética da força, parece não ter sido evidenciado, dada a homogeneidade das respostas observadas pela estabilidade dos desvios padrão, bem como, pela elevada replicabilidade de respostas após aplicação sucessiva do instrumento (teste/reteste) com espaçamento de 20 dias (r = 0,93).

Para além disso, seria de esperar uma melhoria nos testes intermédios (M1 - 3 meses) como resultado do aumento da coordenação e

familiarização com os movimentos inerentes ao protocolo e equipamento de avaliação, todavia, no presente estudo, à exceção do momento máximo durante a flexão do joelho do membro não-dominante a 60°/s, a força do músculo quadríceps nas avaliações isocinéticas intermédias, permaneceu relativamente constante comparativamente aos valores de pré-teste. Pelo contrário, e reforçando a idéia do fator aprendizagem refletido na especificidade do método de avaliação, quando a análise se refere aos valores da força nos diferentes momentos pelo método de 1RM, verifica-se que existem alterações significativas entre o momento inicial e os três primeiros meses, não sendo, no entanto observadas diferenças significativas entre o momento intermédio e o momento final de treino. Aliás, enquanto que pela avaliação pelo método de 1RM o ganho relativo dos três primeiros meses foi significativamente superior àquele obtido nos últimos três meses de treino, na avaliação isocinética esta variação não foi evidente (cf. TABELA 3). De igual modo, os ganhos totais relativos foram muito superiores quando avaliados pelo método de 1RM comparativamente à avaliação isocinética.

Para além disso, o fato de encontrar diferenças entre as avaliações isocinéticas intermédias e os valores de pré-teste no membro não-dominante, ou seja, naquele supostamente mais fraco e, por outro lado, no movimento de flexão, que, de um modo geral, é aquele menos solicitado nas atividades diárias do idoso apresentando, em princípio, valores mais baixos de força, reforça a idéia, descrita na literatura (Mazzeo & Tanaka, 2001), do princípio da sobrecarga onde os baixos níveis apresentam uma maior magnitude nos ganhos de força.

Neste sentido, para além da duração do programa de treino (Pollock & Wilmore, 1990) e do nível inicial de aptidão física (Frontera et alii, 1988; Mazzeo & Tanaka, 2001), a comparação dos resultados é dependente da especificidade da avaliação em relação ao treino (Fleck & Kraemer, 1997; Pollock & Wilmore, 1990). Fleck e Kraemer (1997), ao efetuarem uma revisão de 13 estudos de diferentes formas de treino, descreveram uma melhoria média na força de “supino” de 23,3% quando os sujeitos eram avaliados com o equipamento de treino e apenas 16,5% quando avaliados em ergômetros isotônicos ou isocinéticos. De igual forma, estes autores descrevem um aumento médio de 26,6% na força dos membros inferiores quando avaliados no

equipamento de treino e de 21,2% com ergômetros específicos, ou seja, os não utilizados no treino. Também, no presente estudo, o ganho relativo de força isotônica observado no “seated leg curl” e no “leg extension” foi de, respectivamente 34,3% e 24,4% comparativamente aos 4,4% e 5,1% observados na avaliação isocinética para, respectivamente, os músculos flexores e extensores do joelho avaliados a 60°/s.

Assim, na maioria dos estudos onde o treino e a avaliação são efetuadas no mesmo equipamento, a percentagem de alteração é muito maior do que aquela observada nos estudos com dinamômetros isocinéticos e, como tal, os trabalhos não podem ser diretamente comparáveis (Porter & Vandervoort, 1995). Por exemplo, a força de 1RM descrita por Frontera et alii (1988) foi aproximadamente 10 vezes superior àquela avaliada de forma isocinética.

De fato, apesar dos resultados positivos deste estudo, o uso da avaliação isocinética parece ter subestimado os ganhos relativos obtidos com o treino. Está bem descrito que os testes que melhor replicarem a velocidade e as características dos movimentos utilizados no treino, apresentam melhorias mais evidentes na força muscular (Murphy & Wilson, 1997). Uma possível explicação para esta especificidade da resposta ao treino de força baseia-se no fato das melhorias da força estarem relacionadas com as adaptações que ocorrem, quer nas próprias fibras musculares, quer na organização neural e na excitabilidade de um dado padrão de movimento voluntário (Sale, 1988; Staron, Karapondo, Kraemer, Fry, Gordon, Falker, Hagerman & Hikida, 1994). Assim, a especificidade da resposta ao treino parece ser, pelo menos em parte, dependente de fatores neurais (Hakkinen, Kallinen, Linnamo, Pastinen, Newton & Kraemer, 1996; Lexell et alii, 1995; Sale, 1988). Por exemplo, Hakkinen et alii (1996) descrevem que existe uma especificidade do treino em relação à forma simétrica (bilateral) ou assimétrica (isolada) de treino e de avaliação. Ou seja, de acordo com os autores, os indivíduos que treinam de forma bilateral, como ocorre no presente estudo, apresentam maiores índices de força e sinais de EMG mais exuberantes quando avaliados simetricamente do que quando avaliados de forma assimétrica. Assim, e de acordo com os autores (Hakkinen et alii, 1996), embora o sinal de eletromiografia (EMG) seja complexo e represente apenas a média da ativação neural máxima muscular, estes resultados sugerem que a

especificidade do treino tenha uma base neural. Reforçando esta idéia, os autores não encontraram diferenças estatisticamente significantes na hipertrofia muscular entre os sujeitos que treinaram de forma unilateral e bilateral.

No presente estudo, os valores obtidos para todas as variáveis do momento máximo na velocidade que mais se aproxima da velocidade de treino, ou seja, na velocidade angular de 60°/s, foram significativamente superiores, quer no membro dominante, quer no não-dominante.

Por outro lado, apesar das alterações no membro dominante após programa de treino combinado não possuírem significado estatístico, esses aumentos foram, em alguns parâmetros, substanciais. Por exemplo, um aumento de 15% foi observado na força dos flexores do joelho avaliado a 60°/s, o que parece ter um importante significado funcional.

Tal como no presente estudo, Pyka et alii (1994) encontraram aumentos da força isotônica em idosos após um ano de treino de força a 75% de 1RM. Paralelamente, tal como observado no presente estudo pelo método de 1RM, a força aumentou após os três primeiros meses e depois entrou em "plateau", o que, segundo os autores, evidencia a importância da coordenação e do controle neural nos ganhos iniciais de força. A resposta neural como resposta ao treino de força parece ser evidente e fundamental, particularmente nos primeiros meses de treino. Provavelmente a fase de familiarização com o dinamômetro isocinético incluída no presente estudo, foi suficiente para minimizar o fator aprendizagem, bem como muitas das melhorias neuromusculares que ocorrem nos primeiros meses de treino.

De igual modo, no estudo de Lexell et alii (1995), os idosos que realizaram um re-treino de 11 semanas após seis meses de destreino apresentaram ganhos lineares, quer nos extensores do joelho, quer nos flexores do cotovelo. No entanto, estes ganhos após re-treino foram, de um modo geral, mais baixos do que na fase inicial de treino com duração semelhante e idêntico protocolo experimental. De acordo com os autores, estes resultados sugerem que a primeira fase de aprendizagem e o controle neural podem ser determinantes para os ganhos iniciais de força mais elevados. Aliás, reforçando a idéia de que o aumento da força é, em grande parte, conseqüente das alterações neurais, estes autores mostraram que, na seqüência de 11 semanas de treino e com a redução na freqüência do treino de três para uma

vez por semana durante 27 semanas, os idosos mantiveram os seus níveis de força dos membros inferiores e superiores, tendo-se mesmo verificado um aumento da força no flexores do cotovelo.

De igual modo, Taafee e Marcus (1997) aplicaram, após destreino, um re-treino de curta duração (oito semanas) tendo observado um retorno aos valores de pós-treino na força muscular, mas não da área de secção transversa das fibras, sugerindo que o retomar dos valores da força foi obtido por adaptações neurais. Para além das adaptações neurais, existem outros fatores que podem explicar os ganhos de força após treino, incluindo, alterações na morfologia muscular, na biomecânica do tecido muscular/conjuntivo, na ativação do sistema nervoso central e melhoria da coordenação, assim como, os aspectos psicológicos (Sale, 1988). Porém, estes benefícios do treino sobre o sistema muscular esquelético são dependentes do caráter contínuo e regular do exercício (ACSM, 1998a). Por exemplo, Connelly e Vandervoort (1997) observaram, após um ano de cessação de atividade num grupo de idosos com média de idade de 83 anos submetidas a treino de força durante oito semanas, uma diminuição da força dos músculos extensores do joelho de cerca de 25% comparativamente aos valores de pós-treino e de 10% em relação aos valores de pré-treino. Paralelamente às alterações na força muscular foram igualmente observadas, no estudo destes autores, alterações na mobilidade funcional após destreino.

Vários estudos têm descrito que as adaptações, quer morfológicas, quer funcionais podem desaparecer mesmo após curtos períodos de destreino. Por exemplo, Taafee e Marcus (1997) descreveram uma perda de 30% dos ganhos iniciais da força muscular após 12 semanas de destreino na seqüência de 24 semanas de treino de força. Para além da função, também a área das fibras tipo I e II foi revertida com o destreino aos valores de pré-treino. De igual modo, Fiatarone et alii (1990), ao estudarem a força de idosos debilitados após quatro semanas de destreino na seqüência de seis semanas de treino, observaram uma redução de 32% na força máxima. No entanto, no estudo de Lexell et alii (1995), apesar de se observarem reduções nos níveis de força após seis meses de cessação do treino, estes valores não retornaram aos valores iniciais de pós-treino. De acordo com estes autores, a taxa de declínio após destreino foi menor do que o observado no estudo de Fiatarone et alii (1990), provavelmente, devido à idade inferior da amostra, bem como, aos maiores níveis de atividade dos



seus idosos. Para comparar resultados entre diferentes estudos sobre o destreino é necessário levar em linha de conta diversos aspectos, dos quais se salientam, a duração do período de destreino, a idade e o nível de atividade física da amostra, bem como, o método de avaliação utilizado.

No presente estudo, enquanto que o destreino teve um impacto significativo na redução dos níveis de força isotônica, não foram observadas quaisquer diminuições significativas na força isocinética após as mesmas quatro semanas de destreino. Uma possível justificativa para esta ocorrência, poderá estar relacionada com os diferentes métodos utilizados. De fato, as variações encontradas pelo método de 1RM na percentagem de alteração após treino e destreino foram superiores em magnitude às observadas na avaliação isocinética. Ou seja, tal como refere o ACSM (1998b), quanto maior o ganho, maior a perda com o destreino. Isto significa que ao maior ganho pelo 1RM terá correspondido, também, uma mais significativa diminuição da capacidade funcional. Para além disso, outros fatores para além da força muscular poderão ter contribuído para as variações mais evidentes observadas na avaliação pelo método de 1RM (para refs. ver Grimby et alii, 1992). Por exemplo, comparativamente à avaliação isocinética, particularmente na velocidade de 60°/s, a avaliação pelo método de 1RM parecer ser mais influenciada pela coordenação de movimentos. Ou seja, é possível que a maior variação observada na força isotônica se justifique, igualmente, no efeito mais evidente do treino e do destreino sobre os fatores coordenativos e neurais. Outro aspecto determinante que poderá ter contribuído para a maior variação da força isotônica, é, por um lado, a

falta de rigor do método de 1RM quanto às velocidades e ângulos do movimento estudado e, por outro lado, a existência, neste método, de ações musculares adicionais com participação de diferentes grupos musculares acessórios àqueles que se pretende avaliar (para referências ver Grimby et alii, 1992).

Por fim, é importante referir o fato de não terem existido qualquer tipo de lesão, nem durante o treino, nem durante as avaliações de 1RM, nem, ainda, na avaliação isocinética da força. Este fato, reforça a idéia descrita na literatura (Pyka et alii, 1994), de que o treino de força prolongado de moderada a elevada intensidade pode ser efetuado com elevada tolerância por sujeitos idosos com conseqüente aumento desta capacidade.

## CONCLUSÃO

Este estudo demonstra que um programa complementar de atividade física, onde paralelamente às aulas de “Ginástica de Manutenção” seja realizado um trabalho específico de força, é suficientemente intenso para induzir melhorias nos níveis de força de idosos independentes, aptos e saudáveis, estando, no entanto, a magnitude desse aumento relacionada com a especificidade do método de avaliação. Assim, este trabalho mostra que existe uma especificidade de adaptação ao treino e de desadaptação após destreino relacionada com o instrumento de avaliação utilizado. A avaliação isocinética, embora mais rigorosa, pode, de certa forma, subestimar o ganho da capacidade funcional do músculo.

---

## ABSTRACT

### EFFECTS OF A PHYSICAL ACTIVITY PROGRAM IN OLDER PEOPLE: COMPARISON BETWEEN ISOKINETIC AND ISOTONIC EVALUATIONS

The aim of the present study was to evaluate the effects of training on knee extensor and flexor muscle strength of elderly adults related to the method of evaluation. Nineteen subjects, 12 women and seven men, with a mean age of  $68.7 \pm 4.2$  years, a mean weight of  $66.8 \pm 8.6$  kg and a mean height of  $1.6 \pm 0.1$  m, were submitted to a 6-month combined physical activity program of multicomponent training (2 x week; 50 min) plus strength training (2 x week; 40-50 min). All the subjects were tested by isotonic and isokinetic strength measurements in four different periods: initial (baseline), middle (after three months), final (after six months) and after detraining (one month of interruption). The one repetition maximum (1RM) was taken as a measure of dynamic concentric muscle strength for quadriceps (leg extension) and hamstrings (seated leg

curl) and an isokinetic dynamometer (Biodex System 2, USA) was used for isokinetic test at 60°/s (1.05 rad.s<sup>-1</sup>) and 180°/s (3.14 rad.s<sup>-1</sup>). The results of this study show that: a) a combined physical activity program produce significant increase in strength of elderly subjects, namely on the non-dominant limb; b) comparison of data is dependent of the specificity of the evaluation methods, since the IRM strength gains were greater than with isokinetic device; c) in opposition to isotonic evaluation, no significant changes were observed after one month of detraining in isokinetic strength. The data indicate that a combined physical activity program seems sufficient to induced marked changes in muscular strength, and that the magnitude of these alterations is influenced by the evaluation technique.

UNITERMS: Aged; Physical education and training; Exercise; Muscular strength; Isokinetic; Isotonic.

## REFERÊNCIAS

- ABERNETHY, P.; WILSON, G.; LOGAN, P. Strength and power assessment: issues, controversies and challenges. *Sports Medicine*, Auckland, v.19, p.401-17, 1995.
- AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE. Position stand on exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.30, p.992-1008, 1998a.
- \_\_\_\_\_. Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.30, p.975-91, 1998b.
- BAECKE, J.A.H.; BUREMA, J.; FRIJTERS, J.E.R. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, v.36, p.936-42, 1982.
- BELLEW, J.W.; MALONE, T.R. Aging and isokinetic strength. In: BROWN, L.E. (Ed.). *Isokinetics in human performance*. Champaign: Human Kinetics, 2000. p.324-38.
- BEMBEN, D.A.; FETTERS, N.L.; BEMBEN, G.; NABBAVI, N.; KOH, E.T. Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.32, p.1949-57, 2000.
- BRANDON, L.J.; BOYETTE, L.W.; GAASCH, D.A.; LLOYD, A. Effects of lower extremity strength training on functional mobility in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, Champaign, v.8, p.214-27, 2000.
- BROWN, L.E.; WEIR, J.P. ASEP procedures recommendations I: accurate assessment of muscle strength and power. *Journal of Exercise Physiologyonline*, v.4, p.1-21, 2001.
- BROWN, M.; KOHRT, W.M.; DELITTO, A. Peak torque/body weight ratios in older adults: a reexamination. *Physiotherapy Canadian*, Toronto, v.43, p.7-11, 1991.
- CHARETTE, S.; McEVOY, L.; PYKA, G.; SNOW-HARTER, C.; GUIDO, D.; WISWELL, R.; MARCUS, R. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.70, p.1912-6, 1991.
- CONNELLY, D.M.; VANDERVOORT, A.A. Effects of detraining on knee extensor strength and functional mobility in a group of elderly women. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Washington, v.26, p.340-6, 1997.
- DAVIES, G.J.; HEIDERSCHEIT, B.; BRINKS, K. Test interpretation. In: BROWN, L.E. (Ed.). *Isokinetics in human performance*. Champaign: Human Kinetics, 2000. p.3-24.
- FIATARONE, M.A.; MARKS, E.C.; RYAN, N.D.; MEREDITH, C.N.; LIPSITZ, L.A.; EVANS, W.J. High intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. *Journal of American Medical Association*, Chicago, v.263, p.3029-34, 1990.
- FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. *Designing resistance training programs*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 1997. p.15-29; 217-30.
- FRONTERA, W.R.; MEREDITH, C.N.; O'REILLY, K.P.; KNUTTGEN, H.G.; EVANS, W.J. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.64, p.1038-44, 1988.
- GLEESON, N.P.; MERCER, T.H. The utility of isokinetic dynamometry in the assessment of human muscle function. *Sports Medicine*, Auckland, v.21, p.18-24, 1996.
- GRIMBY, G.; ANIANSSON, A.; HEDBERG, M.; HENNING, G.-B.; GRANGARD, U.; KVIST, H. Training can improve muscle strength and endurance in 78- to 84-yr-old men. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.73, p.2517-23, 1992.

- HAKKINEN, K.; KALLINEN, M.; LINNAMO, V.; PASTINEN, U.-M.; NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J. Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiologica Scandinavica*, Stockholm, v.158, p.77-88, 1996.
- KOVALESKI, J.E.; HEITMAN, R.J. Testing and training the lower extremity. In: BROWN, L.E. (Ed.). **Isokinetics in human performance**. Champaign: Human Kinetics, 2000. p.171-95.
- LEXELL, J.; DOWNHAM, D.Y.; LARSSON, Y.; BRUHN, E.; MORSING, B. Heavy-resistance training for Scandinavian men and women over seventy: short- and long-term effects on arm and leg muscles. *Scandinavian Journal of Medicine Sciences and Sports*, Copenhagen, v.5, p.329-41, 1995.
- LINDLE, R.S.; METTER, E.J.; LYNCH, N.A.; FLEG, J.L.; FOZARD, J.L.; TOBIN, J.; ROY, T.A.; HURLEY, B.F. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.83, p.1581-87, 1997.
- MAZZEO, R.S.; TANAKA, H. Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Medicine*, Auckland, v.31, p.809-18, 2001.
- MURPHY, A.J.; WILSON, G.J. The ability of tests of muscular function to reflect training-induced changes in performance. *Journal of Sport Science*, London, v.15, p.191-200, 1997.
- NEDER, J.A.; NERY, L.E.; SHINZATO, G.T.; ANDRADE, M.S.; PERES, C.; SILVA, A.C. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Washington, v.29, p.116-26, 1999.
- POLLOCK, M.L.; WILMORE, J.H. **Exercise in health and disease: evaluation and prescription for prevention and rehabilitation**. 2nd ed. Philadelphia: W.B.Saunders, 1990. p.91-160.
- PORTER, M.M.; VANDERVOORT, A.A. High-intensity strength training for the older adult: a review. *Top Geriatric Rehabilitation*, v.10, p.61-74, 1995.
- PYKA, G.; LINDERBERGER, E.; CHARETTE, S.; MARCUS, R. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *Journal of Gerontology*, Saint Louis, v.49, p.M22-7, 1994.
- SALE, D.G. Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.20, p.S135-45, 1988. Supplement.
- SCHLICHT, J.; CAMAIONE, D.N.; OWEN, S.V. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *Journal of Gerontology*, Saint Louis, v.56A, p.M281-6, 2001.
- STARON, R.S.; KARAPONDO, D.L.; KRAEMER, J.; FRY, S.E.; GORDON, J.E.; FALKER, J.E.; HAGERMAN, F.C.; HIKIDA, R.S. Skeletal muscle adaptations during the early phase of heavy resistance training in men and women. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.76, p.1247-55, 1994.
- TAAFFE, D.R.; MARCUS, R. Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clinical Physiology*, Oxford, v.17, p.311-24, 1997.
- VOORRIPS, L.E.; RAVELLI, A.C.J.; DONGELMANS, P.C.A.; DEURENBERG, P.; VAN STAVEREN, W.A. A physical activity questionnaire for the elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.23, p.974-9, 1991.
- WILK, K. Isokinetic testing: setup and positioning. In: BIODEX system II manual: applications/operations. New York: Biodex Medical System, 1991.
- WRIGLEY, T.V. Correlations with athletic performance. In: BROWN, L.E. (Ed.). **Isokinetics in human performance**. Champaign: Human Kinetics, 2000. p.42-73.

Recebido para publicação em: 12 nov. 2002

Revisado em: 24 fev. 2003

Aceito em: 07 mar. 2003

ENDEREÇO: Joana Carvalho

Fac. Ciências do Desporto e de Educação Física  
Universidade do Porto

R. Plácido Costa, 91

4200 Porto PORTUGAL

e-mail: jcarvalho@fcdef.up.pt