

Daniela Coelho Zazá

**EFEITOS DE SEIS SEMANAS DE *STEP-TRAINING* EM PARÂMETROS DA  
FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES EM MULHERES IDOSAS**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2003

Daniela Coelho Zazá

**EFEITOS DE SEIS SEMANAS DE *STEP-TRAINING* EM PARÂMETROS DA  
FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES EM MULHERES IDOSAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Treinamento Esportivo  
Orientador: Prof. Dr. Hans-Joachim Menzel  
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2003



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA  
OCUPACIONAL - EEEFTO.

Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Pós-Graduação Strictu Senso – Curso de Mestrado em Educação Física

Dissertação intitulada “Efeitos de seis semanas de *step-training* em parâmetros da força muscular de membros inferiores em mulheres idosas”, de autoria da mestranda Daniela Coelho Zazá, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

*H.-J. Menzel*

---

Prof. Dr. Hans-Joachim Menzel – EEEFTO/UFMG – Orientador

*João Marcos Domingues Dias*

---

Prof. Dr. João Marcos Domingues Dias – EEEFTO/UFMG

*Cleuza Maria de Faria Rezende*

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cleuza Maria de Faria Rezende – Escola de Veterinária/UFMG

*H.-J. Menzel*

---

Prof. Dr. Hans-Joachim Menzel

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física –  
EEEFTO/UFMG

Belo Horizonte, 11 de Novembro de 2003.

Avenida Presidente Carlos Luz, 4664 – Belo Horizonte, MG – 31310-50 – Brasil Tel: (031) 34992360

*Dedico este trabalho aos meus pais  
Márcia e Walter, aos meus irmãos  
Anderson e Alexandre e ao Mauro e  
Mateus que compartilharam comigo mais  
uma etapa da minha carreira acadêmica.*

## Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Hans-Joachim Menzel, pela orientação durante a execução da pesquisa.

Ao Prof. Dr. João Marcos Domingues Dias, pela disponibilidade e auxílio nos procedimentos da coleta de dados.

Ao Mauro, pelo incentivo constante ao meu desenvolvimento acadêmico.

Aos amigos Luiz Antônio Moreira Júnior e Josiane Alexandre Zarattini pela colaboração na coleta de dados, ao André Gustavo Pereira de Andrade pelas incansáveis aulas de física, ao Gustavo Henrique da Cunha Peixoto Cançado pelo auxílio na elaboração dos gráficos.

Às amigas Paula Arantes e Mariana Alencar pela ajuda com o dinamômetro isocinético.

Aos amigos do BIOLAB pelos momentos que convivemos juntos.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar se melhorias poderiam ser alcançadas em parâmetros da força dos grupos musculares quadríceps e isquiotibial por meio de um treinamento de *step-training*. Vinte e quatro mulheres saudáveis com idade de 61 a 75 anos deram seu consentimento e concordaram em participar no grupo experimental ou no grupo controle deste estudo. Todas as voluntárias já freqüentavam um programa regular de ginástica localizada com duração de 60 minutos 3 vezes por semana. O grupo experimental (n = 13) substituiu seu programa usual de atividade física por um treinamento de 6 semanas de step, onde realizavam aulas com duração de 60 minutos 3 vezes por semana. O grupo controle (n = 11) manteve completamente seu programa usual de atividade física durante o período de 6 semanas. Neste estudo foi utilizado um dinamômetro isocinético *Biodex System 3 Pro* para mensurar os parâmetros da força muscular. As variáveis estudadas (pico de torque normalizado pela massa corporal - T/MC, trabalho - W e potência - P) foram analisadas nas velocidades angulares de 60 e 180°/s. O protocolo foi aplicado para o membro inferior dominante. Foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) no pico de torque normalizado pela massa corporal dos flexores do joelho para o grupo experimental e para o grupo controle entre pré e pós-teste na velocidade angular de 60°/s. Para o grupo controle verificou-se diminuição significativa no pico de torque normalizado pela massa corporal dos extensores a 180°/s. Em relação à variável trabalho diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram encontradas para os extensores do joelho para o grupo experimental entre pré e pós-teste na velocidade angular de 60°/s e para os flexores em ambas as velocidades testadas. Para o grupo controle verificou-se diminuição significativa no

trabalho dos extensores a 180°/s e aumento significativo no trabalho dos flexores em ambas as velocidades testadas. Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram encontradas na potência dos extensores do joelho para o grupo experimental entre pré e pós-teste nas velocidades de 60 e 180°/s e para os flexores somente na velocidade de 60°/s. Para o grupo controle verificou-se redução significativa na potência dos extensores a 180°/s e aumento significativo na potência dos flexores a 60°/s. Concluindo, o *step-training* pode ser mais uma alternativa de atividade a ser utilizada com pessoas idosas, pois poderá proporcionar incrementos nestes parâmetros.

## ABSTRACT

The purpose of the present study was to determine whether increase in quadriceps (Q) and hamstrings (H) strength could be attained from *step-training*. Twenty-four healthy women ranging from 61 to 75 yrs of age gave informed consent and volunteered to participate in the control or the exercise group for the study. All subjects already frequented a regular program of workout three times a week for 60 min. The exercise group (n = 13) replaced their usual physical activity schedule with a 6-week *step-training* program, which met three times a week for 60 min. The control group (n = 11) maintained their usual physical activity schedule throughout the 6-week period. Peak Torque body weight ratios (T/BW), work (W) and muscle power (P) were determined on quadriceps and hamstrings using a *Biodex System 3 Pro* isokinetic dynamometer. There was significant difference in hamstrings-T/BW for the exercise group in pre- to posttest at 60°/sec. The control group showed a significant decrease from pre- to posttest in quadriceps- T/BW at 180°/sec ( $p < 0,05$ ) and a significant difference ( $p < 0,05$ ) in hamstrings-T/BW in pre- to posttest at 60°/sec. There was a significant difference in quadriceps-W for the exercise group in pre- to posttest at 60°/sec and in hamstrings-W in either test speed (60° e 180°/sec) ( $p < 0,05$ ). The control group showed a significant decrease from pre- to posttest in quadriceps-W at 180°/sec ( $p < 0,05$ ) and a significant difference in hamstrings-W in either test speed (60° e 180°/sec) ( $p < 0,05$ ). Significant differences were observed in quadriceps-P in either test speed (60° e 180°/sec) for the exercise group in pre- to posttest and in hamstrings-P at 60°/sec ( $p < 0,05$ ). The control group showed a significant decrease from pre- to posttest in quadriceps-P at 180°/sec ( $p < 0,05$ ) and in hamstrings-P at 60°/sec ( $p < 0,05$ ). The *step-training* appears to provide the



necessary stimulus for improvements in muscle strength, work and power as measured by computerized isokinetic dynamometry.

**Key words:** elderly women, isokinetics, *step-training*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Relação entre idade e tamanho das fibras musculares tipo I e tipo II .....	22
Figura 2	Relação entre idade e área muscular .....	23
Figura 3	Configuração de momento simulado durante testes isocinéticos dos flexores (Mf) e dos extensores (Me). Md, momento gerado pelo braço de alavanca do dinamômetro; M1, momento gravitacional da perna .....	31
Figura 4	Alinhamento da articulação do joelho com o eixo de rotação do dinamômetro, na altura do epicôndilo lateral do fêmur (A) e posicionamento do braço de alavanca paralelamente à perna, acima do maléolo lateral (B) .....	33
Figura 5	Instrumento utilizado para a coleta de dados: dinamômetro isocinético Biodex System 3 Pro (Biodex Medical System Corp.) .....	42
Gráfico 1	Média e desvio padrão do pico de torque normalizado pela massa corporal (T/MC) da musculatura extensora (A) e flexora (B) do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-treinamento para o grupo experimental (EXP) e controle (CON) .....	48
Gráfico 2	Média e desvio padrão do trabalho (W) da musculatura extensora (A) e flexora (B) do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-teste para o grupo experimental (EXP) e controle (CON) .....	50
Gráfico 3	Média e desvio padrão dos valores de potência (P) da musculatura extensora (A) e flexora (B) do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-teste para o grupo experimental (EXP) e controle (CON) .....	52

## LISTA DE TABELAS

1- Média e desvio padrão das características antropométricas das voluntárias .....	41
2- Definição das variáveis analisadas .....	46
3- Média e desvio padrão do pico de torque normalizado pela massa corporal (T/MC) da musculatura extensora e flexora do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-treinamento para o grupo experimental (EXP) e controle (CON) .....	47
4- Média e desvio padrão do trabalho (W) da musculatura extensora e flexora do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-teste para o grupo experimental (EXP) e controle (CON) .....	49
5- Média e desvio padrão dos valores de potência (P) da musculatura extensora e flexora do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-treinamento para o grupo experimental (EXP) e controle (CON) .....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS

AVD - Atividade da vida diária

CON - Controle

EXP - Experimental

FRS - Força de reação do solo

P - Potência

RM - Repetição máxima

T/MC - Pico de torque normalizado pela massa corporal

W - Trabalho

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1	DEFINIÇÃO DE TERMOS.....	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
2.1	ENVELHECIMENTO POPULACIONAL.....	18
2.2	ALTERAÇÕES MUSCULARES E A DIMINUIÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RELACIONADA À IDADE....	19
2.3	ALTERAÇÕES NEURAIS E A DIMINUIÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RELACIONADA À IDADE.....	23
2.4	INFLUÊNCIA DA FORÇA NAS ATIVIDADES DA VIDA DIÁRIA.....	26
2.5	TREINAMENTO DE FORÇA E ENVELHECIMENTO.....	28
2.6	DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA.....	30
2.6.1	Características dos dinamômetros isocinéticos.....	30
2.6.2	Procedimentos do teste isocinético para a articulação do joelho.....	32
2.7	<i>STEP-TRAINING</i> .....	34
2.7.1	Técnica de execução.....	35
2.7.1.1	Normas de segurança.....	35
2.7.1.2	Alinhamento corporal.....	36
2.7.2	ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO <i>STEP-TRAINING</i> .....	36
2.7.3	ASPECTOS BIOMECÂNICOS DO <i>STEP-TRAINING</i> .....	37
<b>3</b>	<b>PROBLEMA E HIPÓTESES</b> .....	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>41</b>
4.1	AMOSTRA.....	41
4.2	INSTRUMENTO.....	42
4.3	PROCEDIMENTOS.....	42
4.3.1	Protocolo do teste.....	43
4.3.2	Protocolo do treinamento com o step.....	44
4.3.3	Variáveis analisadas.....	45
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	46
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>59</b>
	REFERÊNCIAS.....	60
	ANEXOS.....	68

## 1 INTRODUÇÃO

Uma característica comum aos países desenvolvidos e em desenvolvimento é que a população está passando por uma transformação demográfica caracterizada pelo aumento do número de pessoas idosas (CHAIMOWICZ, 1997). Entre 1960 e 2025 o Brasil deverá passar da 16ª para a 6ª posição mundial em termos de número absoluto de indivíduos com 60 anos ou mais (KALACHE; VERAS; RAMOS, 1987).

O declínio na capacidade fisiológica dos seres humanos é uma inevitável consequência do processo de envelhecimento biológico. Uma das mais evidentes alterações que acontece com o processo de envelhecimento é a diminuição da função neuromuscular, principalmente no que diz respeito à capacidade de gerar força muscular (ROGERS; EVANS, 1993; STRASS; GRANACHER, 2000). A força muscular é uma qualidade física importante para o desempenho humano e já está bem documentado que reduções significativas na produção de força ocorrem com o envelhecimento (AKIMA et al., 2001; LINDLE et al., 1997). Essa redução da força muscular que acompanha o envelhecimento resulta, principalmente, da diminuição substancial de massa muscular e da diminuição da proporção de unidades motoras rápidas em relação às lentas (WILLIAMS; HIGGINS; LEWEK, 2002). A diminuição gradual dos níveis de força muscular pode limitar nas pessoas idosas a capacidade de realização das atividades cotidianas levando-as à falta de autonomia motora e diminuindo, conseqüentemente, a qualidade de vida das mesmas (BEISSNER; COLLINS; HOLMES, 2000). Segundo Work (1991), o declínio da força muscular de membros inferiores, por exemplo, relaciona-se com o aumento da ocorrência de quedas, com a diminuição da capacidade funcional e com a diminuição da habilidade em realizar atividades da vida diária (AVDs). Como os extensores e



flexores do joelho estabilizam a articulação do joelho, o declínio da força desses grupos musculares pode levar a uma redução da capacidade de absorção de impactos por esses músculos, diminuindo a capacidade dos mesmos em proteger a articulação contra cargas mecânicas (RADIN et al., 1991). Um aumento da força muscular traz resultados benéficos como o aprimoramento na velocidade de caminhar, capacidade de levantar-se da cadeira, subir escadas e diminuição na frequência de quedas (CHANDLER et al., 1998). Por estes motivos, atividades que possibilitam o ganho de força muscular são recomendadas para grupos de idosos (ACSM, 1998).

Segundo Pahmeier e Niederbäumer (1996), o *step-training* pode ser usado como meio para desenvolver a aptidão cardiorrespiratória, a força muscular e a coordenação. Em um estudo eletromiográfico envolvendo o *step-training* concluiu-se que os grupos musculares quadríceps e isquiotibial apresentam maior ativação eletromiográfica comparados com o glúteo máximo, reto abdominal e eretores da espinha (MÜLLER et al., 1995). Sendo assim, é de se esperar que um programa de step apresente adaptações na força destes grupos musculares. A popularidade do *step-training* cresceu bastante desde o final da década de 80 e sua utilização tem focalizado principalmente o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória e alterações na composição corporal. Muitas pesquisas realizadas tiveram como objetivo avaliar os efeitos do *step-training* sobre a aptidão cardiorrespiratória. Até o momento, poucos estudos avaliaram os efeitos do *step-training* em parâmetros da força muscular (KOENIG et al., 1995). Embora o treinamento com o step seja adequado para qualquer faixa etária, existem poucas pesquisas destinadas aos efeitos do *step-training* sobre a força muscular de pessoas idosas. Sendo assim, este estudo teve como objetivo investigar os efeitos de seis semanas de *step-*

*training* em parâmetros da força muscular de membros inferiores em mulheres idosas.



## 1.1 Definição de termos

A *força* é definida matematicamente como o produto da massa e aceleração ( $F^1=m.a$ ), onde **F** é a resultante das forças atuando no sistema e **a** é aceleração. No sistema SI de unidades a massa é medida em kg e a aceleração em  $m/s^2$ . O produto do  $kg.m/s^2$  é denominado de Newton [N] (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 1996, p.80).

A *força muscular*, no sentido biológico, é definida como a capacidade do sistema neuromuscular vencer (contração concêntrica), resistir (contração excêntrica) ou manter (contração isométrica) uma determinada “carga” através de uma atividade muscular (EHLENZ; GROSSER; ZIMMERMANN, 1998, p. 11).

A *força máxima* representa o maior valor de força registrado em uma curva de força tempo que é alcançado por meio de uma contração voluntária máxima contra uma “resistência” insuperável (SCHMIDTBLEICHER, 1984, p. 1792).

O *torque* é definido pelo produto vetorial da força pelo braço de alavanca (distância do ponto de aplicação da força até o eixo de rotação). Matematicamente, o torque é definido como  $T=F \times d$ , onde **T** é o torque, **F** a força aplicada em N e **d** é a distância perpendicular em metros. Sendo assim, o torque possui a unidade [N.m] (HAMILL; KNUTZEN, 1999, p. 429).

---

<sup>1</sup> As letras em negrito representam uma grandeza vetorial.

O *trabalho* na dinâmica linear é dado pelo produto da força x deslocamento (N.m). De uma forma análoga, define-se o trabalho angular pela integral do produto do torque gerado e o ângulo que corresponde ao deslocamento. Matematicamente, o trabalho angular é definido como  $W = \int T.d\theta$  e possui a unidade Joule [J] (HAMILL; KNUTZEN, 1999, p. 453).

A *potência* é definida pela taxa de variação do trabalho angular no intervalo de tempo correspondente. Matematicamente, potência é definida como  $P = dW/dt$ . A potência angular possui a unidade Watt [W] (HAMILL; KNUTZEN, 1999, p. 453).

O *idoso* é definido segundo a Organização Mundial da Saúde como as pessoas na faixa etária de 60 a 74 anos (ALTER, 1996, p.229).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O envelhecimento está associado a algumas implicações funcionais que podem gerar diminuição da autonomia motora. A redução da capacidade de produzir força muscular com o aumento da idade está relacionada com alterações musculares e neurais. Entretanto, um treinamento que visa o aumento da força muscular pode influenciar estas adaptações reduzindo os efeitos do processo de envelhecimento. Esses conteúdos serão abordados no desenvolvimento deste estudo.

### 2.1 Envelhecimento populacional

Desde a década de 60, iniciou-se o processo de envelhecimento da população brasileira devido principalmente ao declínio acentuado da fecundidade (CAMARANO, 1999; CHAIMOWICZ, 1997), o que modificou a pirâmide etária brasileira (DEVIDE, 2000). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE-2002), nos últimos 20 anos, a população jovem (20 a 29 anos) residente no Brasil aumentou aproximadamente 50%, enquanto a população idosa (acima de 60 anos) teve um aumento de 100 a 150%. Entre 1960 e 2025 o Brasil deverá passar da 16ª para a 6ª posição mundial em termos de número absoluto de indivíduos com 60 anos ou mais (KALACHE; VERAS; RAMOS, 1987). A Organização Mundial da Saúde classifica a população em diferentes grupos de acordo com a faixa etária (ALTER, 1996):

Meia idade: 45 a 59 anos

Idoso: 60 a 74 anos

Velho: 75 a 90 anos

Muito velho: acima de 90 anos.

## **2.2 Alterações musculares e a diminuição da força muscular relacionada à idade**

O envelhecimento está associado com alterações na composição corporal de modo que existe um aumento no percentual de gordura corporal e uma diminuição simultânea na massa corporal magra na ausência de treinamento (ROGERS; EVANS, 1993). Dentre os componentes da massa corporal magra, o que sofre a maior perda com o processo de envelhecimento é a massa muscular (MATSUDO; MATSUDO; NETO, 2000). O decréscimo na massa muscular é sugerido como a principal causa para a redução na capacidade de produzir força muscular com o aumento da idade (FLECK; KRAEMER, 1997). Esta redução na massa muscular esquelética associada à idade foi denominada de sarcopenia (EVANS; CAMPBELL, 1993). Segundo Frontera et al. (1991) parece que este efeito na massa muscular independe da localização do músculo (extremidades superiores versus extremidades inferiores) e função (extensão versus flexão). Os mesmos autores avaliaram a força isocinética dos músculos flexores e extensores do cotovelo e do joelho em 200 mulheres e homens saudáveis (idade de 45 a 78 anos), para determinar a relação entre as alterações na força muscular e na massa muscular que ocorrem com o envelhecimento. O pico de torque foi mensurado tanto para a articulação do joelho como para a articulação do cotovelo com a utilização de um dinamômetro isocinético da marca Cybex II. A força de todos os quatro grupos musculares foi significativamente menor ( $p < 0,006$ ) nas pessoas de 65-78 anos de idade comparadas com as pessoas de 45-54 anos de idade. Entretanto, quando a força

muscular foi normalizada pela massa muscular diferenças significativas não foram encontradas entre os dois grupos de idade. Eles concluíram que, a redução na massa muscular é o fator mais importante na diminuição da força muscular relacionado à idade. Porém, Fiatarone et al. (1990) afirmam que através de um treinamento com pesos é possível obter uma hipertrofia muscular. Akima et al. (2001) investigaram os efeitos do envelhecimento nas propriedades funcionais do músculo em 164 homens e mulheres (idade de 20 a 84 anos). Eles avaliaram o pico de torque isocinético dos flexores e extensores do joelho a 60, 180 e 300°/s e mediram a área transversal do músculo quadríceps. Observou-se que o pico de torque dos extensores e flexores do joelho em todas as velocidades angulares testadas diminuiu com o aumento da idade em ambos os sexos. Observou-se também que a força em relação à área transversal do músculo diminuiu com o aumento da idade. Estes resultados sugerem que a massa muscular é o fator principal envolvido na capacidade individual de exercer força máxima, ou seja, a diminuição da força muscular pode ocorrer, principalmente, devido à diminuição de massa muscular em ambos os sexos.

De acordo com Lexell et al. (1983) parece que a diminuição da massa muscular associada à idade é causada pela redução no tamanho das fibras musculares (atrofia), perda de fibras musculares (hipoplasia) ou ambos, embora a redução do número total de fibras seja a principal causa da sarcopenia. Os mesmos autores observaram que a área muscular e o número total de fibras musculares de indivíduos idosos (idade de  $72,0 \pm 1,0$  anos) eram significativamente menores ( $p < 0,01$ ) comparados com indivíduos mais jovens (idade de  $30,0 \pm 6,0$  anos).

O número de fibras musculares diminui dos 20 aos 80 anos de idade em aproximadamente 50% do nível inicial (LEXELL; DOWNHAM, 1992). Deve-se



salientar, entretanto, que as maiores perdas ( $\pm 40\%$ ) ocorrem entre os 50 e 70 anos de idade (STRASS; GRANACHER, 2000). Dois possíveis mecanismos podem explicar o declínio no número de fibras musculares com o envelhecimento: (a) perda de células musculares sem regeneração; ou (b) interrupção na conexão entre o neurônio motor e as fibras inervadas por ele (denervação) (LEXELL, 1997; ROGERS; EVANS, 1993). Evidências sugerem que após os 60 anos de idade, o músculo humano passa por denervações e reinervações contínuas, devido a uma diminuição das unidades motoras em funcionamento, principalmente entre as unidades motoras do tipo II (LEXELL; TAYLOR; SJÖSTRÖM, 1988; LEXELL, 1997). Inicialmente, a reinervação pode compensar a denervação. Entretanto, como este processo neurogênico é progressivo, mais e mais fibras musculares se tornarão permanentemente denervadas e subseqüentemente substituídas por tecido adiposo e conectivo (LEXELL, 1997). Fiatarone et al. (1990) mostraram que a porção média da coxa antes do treinamento em idosos institucionalizados (idade de  $90,2 \pm 1,1$  anos) era composta por 31% de massa muscular e o restante de gordura. Akima et al. (2001) também afirmam que pessoas idosas apresentam uma proporção maior de tecidos não musculares como, por exemplo, tecido conectivo, quando comparadas com pessoas jovens. Uma grande quantidade de tecidos não-contráteis (gordura e tecido conectivo) resulta em um decréscimo da capacidade de produzir força muscular (WILLIAMS; HIGGINS; LEWEK, 2002).

Lexell, Taylor e Sjöström (1988) observaram uma redução significativa no tamanho das fibras musculares do tipo II com o aumento da idade ao examinarem o músculo vasto lateral do membro inferior direito de 43 homens de 15 a 83 anos de idade através de autópsias ( $p < 0,01$ ) (FIG.1). Entretanto, essa redução no tamanho das fibras musculares do tipo II não parece ser igualmente válida para todos os grupos

musculares. Amostras de tecido muscular da extremidade superior (músculos bíceps braquial e peitoral maior) apresentaram uma menor atrofia das fibras musculares do tipo II em comparação com os extensores do joelho (músculos vasto lateral) (ANIANSSON; GUSTAFSSON, 1981).

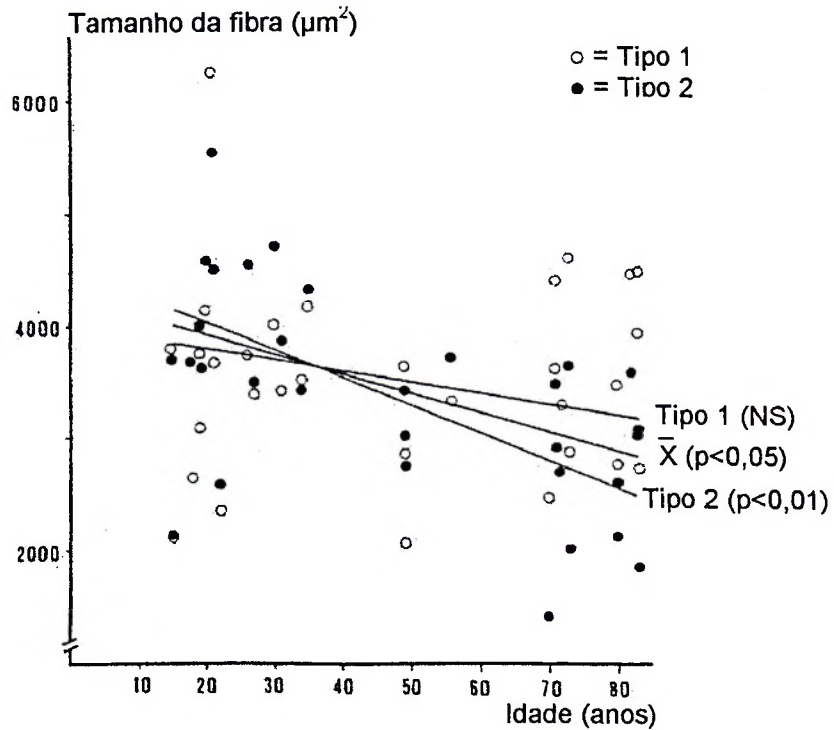


FIGURA 1 - Relação entre idade e tamanho das fibras musculares tipo I e tipo II.

Fonte: LEXELL; TAYLOR; SJÖSTRÖM, 1988, p. 286.

Lexell, Taylor e Sjöström (1988) verificaram também que a redução no volume muscular começa por volta dos 25 anos de idade e que depois dos 50 anos de idade, aproximadamente, essa diminuição é acentuada (FIG.2).

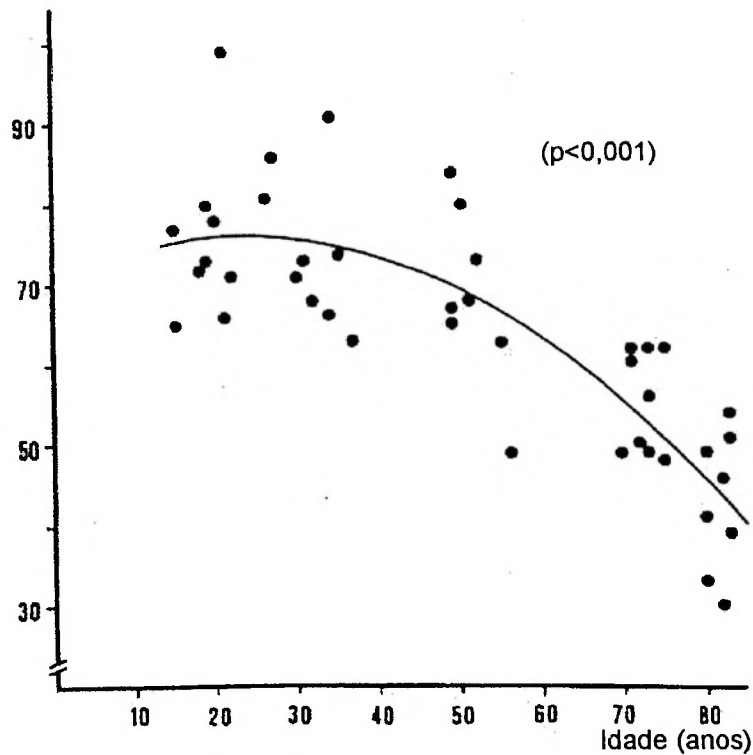


FIGURA 2 - Relação entre idade e área muscular.

Fonte: LEXELL; TAYLOR; SJÖSTRÖM, 1988, p. 284.

### 2.3 Alterações neurais e a diminuição da força muscular relacionada à idade

A redução de massa muscular não parece ser o único motivo responsável pela diminuição da força muscular relacionada à idade. Adaptações neurais também conduzem para a redução da força muscular no processo de envelhecimento (TOMLINSON; IRVING, 1977). Incrementos na produção de força muscular não ocorrem somente devido a aumentos na área transversal do músculo (hipertrofia), mas também como resultado de adaptações neurais relacionadas ao treinamento. As adaptações neurais são descritas como a principal causa de incrementos na produção de força muscular observados nas primeiras semanas de treinamento,



enquanto acredita-se que aumentos na área transversal do músculo sejam a principal causa de ganhos na produção de força verificados subsequente (KRAEMER; FLECK; EVANS, 1996).

A força muscular é produzida quando sinais elétricos dos motoneurônios alfa são disparados e transportados através de impulsos nervosos para as fibras musculares. No processo de envelhecimento a transferência dos impulsos é reduzida (TOMLINSON; IRVING, 1977). Os mesmos autores relatam que uma causa para isto é a diminuição de motoneurônios alfa, ou seja, ocorre a redução no número dos motoneurônios alfa na medula espinhal. O número de motoneurônios alfa diminui dos 30 aos 90 anos de idade em aproximadamente 33%, mas é especialmente a partir dos 60 anos de idade que ocorrem as maiores reduções. Segundo Doherty et al. (1993) esta redução nos grandes motoneurônios alfa é uma causa para a diminuição de força muscular associada à idade. Já os pequenos motoneurônios alfa não apresentam nenhuma modificação, isto é, a quantidade dos pequenos motoneurônios alfa não é afetada pelo processo degenerativo relacionado à idade (STRASS; GRANACHER, 2000).

Dois mecanismos são citados como prováveis responsáveis pelos ganhos de força muscular induzidos pelo treinamento: aumento no recrutamento neuromuscular e hipertrofia muscular (FIATARONE et al., 1990).

A primeira hipótese para explicar o aumento da força muscular em pessoas idosas em função de treinamento surgiu das pesquisas de Moritani e DeVries (1980). Segundo esses autores parece que as adaptações neurais são as responsáveis pelo aumento da força em pessoas idosas. Moritani e DeVries (1980) avaliaram as contribuições de fatores neurais e da hipertrofia em 5 homens jovens e 5 homens idosos durante um treinamento progressivo de força com duração de 8 semanas.

Segundo eles, os aumentos na ativação muscular máxima representaram um papel importante durante todo o período de treinamento dos homens idosos. No caso dos jovens, os ganhos de força muscular devido aos fatores neurais foram observados somente no estágio inicial do treinamento, com a hipertrofia passando a ser o fator dominante a partir da quarta semana de treinamento. Sendo assim, eles partiram do princípio que as adaptações neurais são exclusivamente as responsáveis pelo aumento da força muscular relacionada ao treinamento em pessoas idosas. A comprovação de ganhos de força em virtude de adaptações neurais foi comprovada por estes autores através de aumentos na atividade eletromiográfica. O treinamento de força induz mudanças na atividade eletromiográfica que são geralmente interpretadas como evidências de adaptações neurais. Outros mecanismos neurais que podem contribuir para as alterações na atividade eletromiográfica incluem a sincronização das unidades motoras e a melhoria da coordenação (ENOKA, 1988).

A segunda hipótese para explicar o aumento da força muscular em pessoas idosas através do treinamento surgiu das pesquisas de Frontera et al. (1988) e Fiatarone et al. (1990). Segundo eles, o aumento da força muscular associado ao treinamento nas pessoas idosas era devido tanto às adaptações neurais quanto à hipertrofia. As respectivas pesquisas que foram realizadas com a ajuda de tomografia computadorizada mostram claramente que é possível ocorrer hipertrofia das fibras musculares também em idade avançada (>60 anos de idade). Estes estudos comprovaram então que o recrutamento máximo das unidades motoras através de contrações voluntárias não é o único responsável pelo aumento da força com o aumento da idade, mas que a hipertrofia também deve ser levada em consideração. Pesquisas sobre o treinamento de força são realizadas por períodos de 5 a 20 semanas e têm mostrado que os aumentos iniciais na força voluntária estão

associados principalmente com adaptações neurais, sendo que a hipertrofia começa a ocorrer nos últimos estágios do treinamento (MORITANI, 1992).

Em um estudo desenvolvido por Häkkinen et al. (2001) foram verificados, através da atividade eletromiográfica, os efeitos de 6 meses de treinamento com pesos dos agonistas e antagonistas extensores do joelho em homens (H) e mulheres (M) de meia-idade (H-40; M-40) e idosos (H-70; M-70). Os voluntários foram testados através de contrações isométricas e concêntricas em um dinamômetro isocinético da marca David 200. A atividade eletromiográfica durante a extensão unilateral do joelho foi registrada dos músculos agonistas vasto lateral (VL) e vasto medial (VM) e do músculo antagonista bíceps femoral (BF) do membro inferior direito. A atividade eletromiográfica integrada (VL + VM) aumentou significativamente durante o treinamento nos homens de meia-idade (H-40) ( $p < 0,001$  e  $0,05$ ) e idosos (H-70) ( $p < 0,001$  e  $0,05$ ) e nas mulheres de meia-idade (M-40) ( $p < 0,001$  e  $0,05$ ) e idosas (M-70) ( $p < 0,001$  e  $0,05$ ). A atividade do músculo antagonista BF permaneceu estatisticamente inalterada nos homens de meia-idade e idosos e nas mulheres de meia-idade, mas diminuiu nas mulheres idosas durante os dois primeiros meses de treinamento. Estes achados apóiam o conceito do importante papel das adaptações neurais no desenvolvimento da força muscular em homens e mulheres de meia-idade e idosos.

#### **2.4 Influência da força nas atividades da vida diária**

A diminuição da força muscular relacionada com o envelhecimento produz conseqüências significativas sobre a capacidade funcional, resultando em enfraquecimento e incapacidade (ACSM, 1998; FRONTERA; BIGARD, 2002). O

ACSM (1998) categoriza a força muscular como a principal variável da aptidão física relacionada à saúde a ser estimulada durante o processo de envelhecimento. Exercícios de força resultam em melhorias significativas na função da musculatura esquelética. Se a diminuição da força muscular associada à idade for reduzida parcialmente, pode ser possível para as pessoas idosas manterem a autonomia motora e executarem com maior eficiência muitas das AVDs (FRONTERA; BIGARD, 2002). Owings et al. (1999) afirmam que a atividade física parece exercer uma influência profilática contra as quedas, principalmente através do incremento da força muscular. A fraqueza muscular dos membros inferiores é identificada como um dos fatores relacionados ao aumento do risco de quedas (WORK, 1991). De acordo com Porter et al. (1995) a atrofia muscular e a hipoplasia se manifestam principalmente nas extremidades inferiores. Bembem et al. (1991) observaram um decréscimo maior na força muscular dos músculos das extremidades inferiores comparados com os músculos das extremidades superiores do corpo com o aumento da idade. Em um estudo realizado por Janssen et al. (2000) a atrofia muscular foi também relatada ser maior nas extremidades inferiores comparada às extremidades superiores. Segundo Schmidbleicher (1994) ainda não está totalmente esclarecido se estas diferenças estão relacionadas aos processos genéticos do envelhecimento ou ao nível de atividade das pessoas. De acordo com Kubo et al. (2003), uma redução no nível de atividade física estaria associada primeiramente com um decréscimo na utilização dos músculos da região inferior do corpo, pois os músculos dessa região são requeridos para atividades como andar e subir escadas, ou seja, atividades que tendem a serem reduzidas com o aumento da idade.



Estratégias para o incremento da massa e força muscular com o aumento da idade podem ser uma forma importante para aumentar a autonomia motora e reduzir a prevalência de muitas doenças crônicas associadas à idade, tais como osteoporose, obesidade, etc. (ACSM, 1998).

## **2.5 Treinamento de força e envelhecimento**

A força muscular diminui com o aumento da idade em ambos os gêneros, especialmente a partir do início da 6ª década de vida (HÄKKINEN et al., 1998). A diminuição da força muscular relacionada à idade e a redução de massa muscular podem ser modificadas através de um treinamento com pesos (FIATARONE et al., 1990), isto significa que a força muscular pode ser treinada também em uma idade relativamente elevada. O organismo mais velho não perde sua treinabilidade (STRASS; GRANACHER, 2000; HÄKKINEN et al., 2001).

Diferentes pesquisadores afirmam que homens e mulheres mais velhos podem apresentar ganhos de força similares quando comparados com indivíduos jovens (CHARETTE et al., 1991; FIATARONE et al., 1990). Em um estudo realizado por Charette et al. (1991), 27 mulheres (idade de  $69,0 \pm 1,0$  anos) treinaram durante 12 semanas com um estímulo progressivo de treinamento variando entre 65-75% de uma repetição máxima (1 RM). O teste de 1 RM pode ser entendido como "o peso que pode ser movimentado somente uma vez por uma determinada amplitude de movimento" (SCHLUMBERGER, 2000). Os aumentos na força dos membros inferiores variaram de 28% a 115% indicando ganhos similares de força por parte das mulheres idosas quando comparadas com homens mais velhos e indivíduos mais jovens.

Frontera et al. (1988) demonstraram que com 6 semanas de treinamento com pesos, onde foram realizadas 3 séries de 8 repetições a 80% de 1 RM 3 vezes por semana, indivíduos idosos (idade de 60 a 72 anos) apresentaram aumentos significativos na área muscular.

Um treinamento que visa o aumento da capacidade aeróbia para prevenção de doenças cardiovasculares é importante, mas depois dos 60 anos de idade, a força muscular representa um aspecto relevante na manutenção da capacidade funcional e qualidade de vida (STRASS; GRANACHER, 2000). Muitos dos problemas clínicos, como por exemplo alterações no padrão da marcha, encontrados em pessoas idosas estão mais relacionados com a fraqueza muscular do que com a falta de aptidão aeróbia (WORK, 1991).

Um dos principais fatores que motiva os idosos à prática do treinamento de força é o desejo em manter a força muscular de forma que as AVDs não se tornem de difícil realização e eventualmente impossíveis (KNUTZEN; BRILLA; CAINE, 1999).

Pesquisadores que estudam as adaptações musculares em pessoas idosas normalmente utilizam programas de treinamento com pesos (FRONTERA et al., 1988; FIATARONE et al., 1990; HÄKKINEN et al., 2001). Porém, a Organização Mundial da Saúde (1997) em suas recomendações afirma que os programas de atividades físicas generalizadas seriam os mais indicados para a população idosa, e que a intensidade de tais programas deveriam enfatizar formas moderadas dessas atividades. De acordo com Strass e Granacher (2000) a musculatura extensora e flexora dos joelhos deve ser enfatizada no treinamento com os idosos, pois são grupos musculares requisitados em muitas das AVDs. Segundo Fiatarone et al. (1990) o aumento de força em idosos tem uma importância prática muito grande na manutenção da função e da autonomia motora em idades mais avançadas.

## 2.6 Dinamometria isocinética

### 2.6.1 Características dos dinamômetros isocinéticos

O dinamômetro isocinético é um equipamento eletromecânico controlado por microcomputador, que avalia quantitativamente parâmetros da função muscular e tem como característica principal a manutenção da velocidade angular constante na maior parte da amplitude de movimento (DVIR, 2002). Esta forma de dinamometria oferece a possibilidade de registros do torque, trabalho, potência, etc. para contrações realizadas em diferentes velocidades. Além disso, estas contrações podem ser realizadas de forma concêntrica, excêntrica e isométrica. Aos dinamômetros isocinéticos adaptam-se sistemas de alavancas que possibilitam testar vários segmentos corporais (SHINZATO; BATTISTELLA, 1996). O dinamômetro é acoplado a um computador que registra os dados do teste. Os dados são fornecidos em valores absolutos e normalizados pela massa corporal (kg). É importante a realização da “correção pelo efeito da gravidade”, ou seja, a subtração do peso dos segmentos perna e pé, para não subestimar o desempenho dos músculos que agem contra a gravidade e superestimar aqueles que são favorecidos pela gravidade na posição do teste (DVIR, 2002). Por exemplo, ao realizar o movimento de extensão e flexão de joelho na posição sentada, a gravidade opõe-se ao movimento de extensão e facilita o movimento de flexão do joelho (JOHANSSON et al., 1987). Considerando as FIG. 3A e 3B como uma medida isométrica da força dos extensores e flexores do joelho observa-se que na FIG. 3A o torque isométrico gerado pelo grupo muscular quadríceps ( $M_e$ ) no sentido anti-horário é igual ao efeito somado dos torques gerados pela perna e pé ( $M_1$ ) mais o torque do dinamômetro

( $M_d$ ), ambos no sentido horário. Essa relação é dada em módulo, pela equação:  $M_e = M_d + M_1$ . Caso não houvesse a “correção pelo efeito da gravidade”, o valor de torque do quadríceps poderia ser subestimado. No caso da musculatura isquiotibial (FIG. 3B), se não fosse realizada a “correção pelo efeito da gravidade”, o torque seria superestimado já que o torque isométrico do isquiotibial é igual ao torque do dinamômetro menos o torque da perna ( $M_f = M_d - M_1$ ). Sendo assim, para obter o verdadeiro valor da força muscular é necessário realizar o chamado procedimento de “correção da gravidade” (DVIR, 2002).

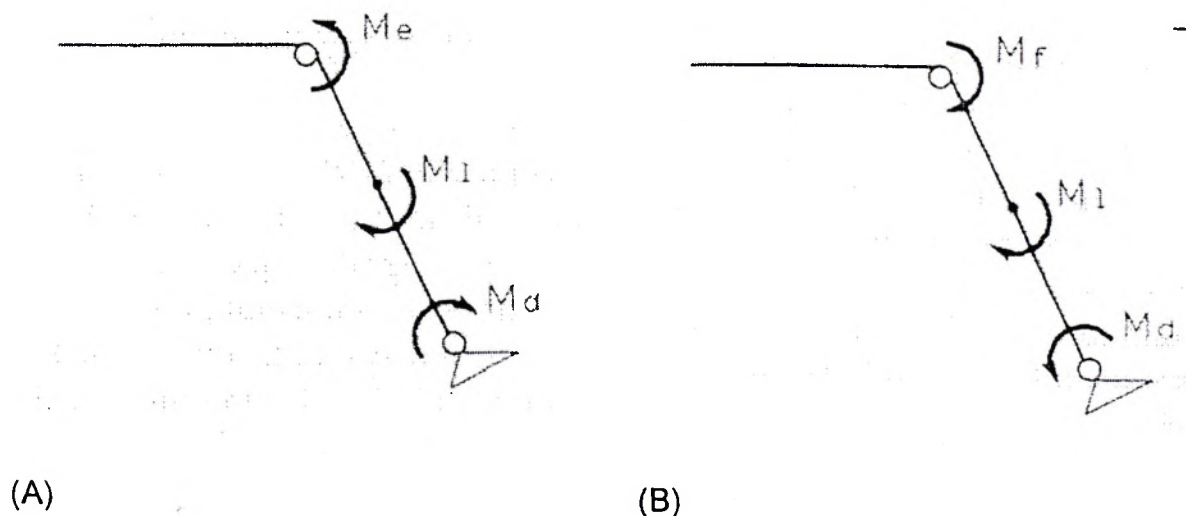


FIGURA 3 - Configuração de momento simulado durante testes isocinéticos dos flexores ( $M_f$ ) e dos extensores ( $M_e$ ).  $M_d$ , momento gerado pelo braço de alavanca do dinamômetro;  $M_1$ , momento gravitacional da perna.

Fonte: DVIR, 2002, p. 5.

Os resultados de algumas pesquisas sugerem que 5 repetições já seriam suficientes para fornecer informações confiáveis sobre o desempenho em testes isocinéticos e que períodos de 30 segundos de repouso entre as tentativas seriam suficientes para a recuperação, exceto após um teste de resistência, onde se deve permitir um repouso de um minuto e meio ou mais (DVIR, 2002; PERRIN, 1993). De acordo com

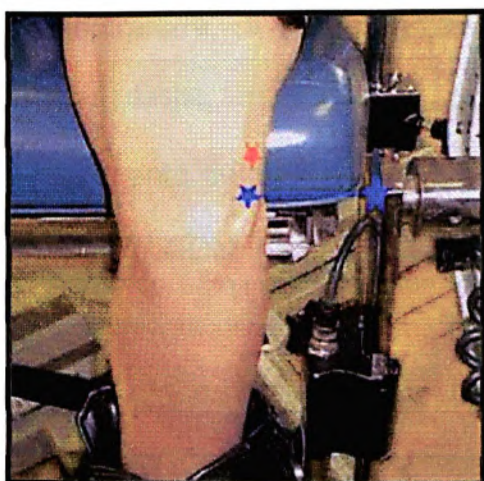


Kannus (1994), a padronização do posicionamento é importante para reduzir a variabilidade na mensuração dos diferentes parâmetros. Além disso, a estabilização dos segmentos corporais envolvidos no teste minimiza os movimentos indesejáveis. O sujeito deve ser posicionado no dinamômetro de forma que a articulação a ser testada seja alinhada com o eixo de rotação do dinamômetro e o membro a ser testado seja preso ao braço de alavanca do dinamômetro (PERRIN, 1993). Depois do posicionamento e alinhamento da articulação a ser testada deve-se fornecer informações detalhadas aos voluntários sobre as etapas do teste e execução correta dos movimentos. Deve-se incluir no protocolo um período de familiarização com o equipamento e com os procedimentos do teste. A pessoa testada deve ser orientada para contrair com a força máxima e o mais rápido possível durante a execução do teste (BEMBEN; CLASEY; MASSEY, 1990). O dinamômetro resiste ao movimento o quanto for necessário para manter uma velocidade constante pré-determinada. A resistência necessária para opor-se à força dos sujeitos é registrada como torque produzido (DELITTO, 1990). Se o sujeito exercer com esforço máximo durante toda a amplitude de movimento, então a resistência do dinamômetro representará uma avaliação quantitativa do desempenho muscular, sendo usualmente definida como força muscular (DELITTO, 1990). A dinamometria isocinética é considerado um método quantitativo, objetivo, válido e confiável (DIAS, 1992).

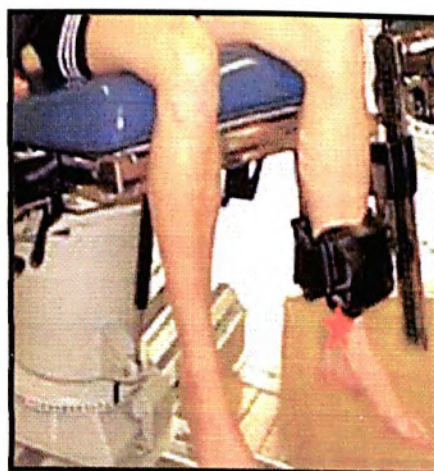
### **2.6.2 Procedimentos do teste isocinético para a articulação do joelho**

Três posições podem ser usadas para a avaliação da articulação do joelho no dinamômetro isocinético: posição sentada, em decúbito dorsal e em decúbito ventral. A posição sentada é a mais utilizada (DVIR, 2002; PERRIN, 1993). Em relação ao

alinhamento dos eixos biológico e mecânico para o teste na posição sentada, recomenda-se o alinhamento através do côndilo femoral lateral (FIG. 4A). Ao posicionar o sujeito na posição sentada, recomenda-se que o tronco esteja levemente reclinado (aproximadamente 85°) e que as coxas estejam bem apoiadas sobre o assento. A estabilização na posição sentada pode ser realizada com o auxílio de cintos envolvendo o tórax e a pelve (PERRIN, 1993). Em sujeitos com ausência de história de patologia ortopédica e reumatológica, a plataforma de resistência é normalmente posicionada em um nível imediatamente superior ao maléolo medial (FIG. 4B) (KRAEMER et al., 1989). O examinador deve assegurar de que o sujeito esteja livre para dorsofletir o tornozelo o máximo possível e que a cinta ao longo da parte inferior da tibia não esteja apertada demais. As velocidades angulares de 60 e 180°/s são recomendadas na realização de testes isocinéticos. O uso de velocidades angulares muito baixas é contra-indicado, por exemplo, para indivíduos com história de distúrbios patelofemorais ou ligamentares (DVIR, 2002).



(A)



(B)

FIGURA 4 - Alinhamento da articulação do joelho com o eixo de rotação do dinamômetro, na altura do epicôndilo lateral do fêmur (A) e posicionamento do braço de alavanca paralelamente à perna, acima do maléolo lateral (B).

## 2.7 Step-training

O *step-training* pode ser definido como um programa de treinamento que consiste em subir e descer de uma plataforma ajustável, utilizando-se de música para a marcação do ritmo (JUCÁ, 1993). O *step-training* é caracterizado como uma modalidade de ginástica de baixo impacto por haver o contato constante de um dos pés com o solo ou com a plataforma (DUARTE et al., 1995; WIECZOREK; DUARTE; AMADIO, 1997). Sua plataforma ajustável permite o trabalho de indivíduos de condicionamento físico distinto (MALTA, 1994). A altura da plataforma a ser utilizada varia de acordo com o nível de condicionamento dos alunos, sendo sugerido 10 cm para alunos iniciantes, de 15 a 20 cm para intermediários e acima de 20 cm para alunos avançados (MÜLLER et al., 1995). A intensidade do trabalho de *step-training* pode ser modificada através de alterações na altura do step e na frequência musical. A popularidade do *step-training* cresceu bastante desde o final da década de 80. Embora ele possa ser usado como meio para desenvolver a aptidão cardiorrespiratória, a força muscular e também a coordenação (PAHMEIER; NIEDERBÄUMER, 1996), a sua utilização tem focalizado principalmente o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória e alterações na composição corporal (SCHARFF-OLSON et al., 1996). Muitas pesquisas realizadas tiveram como objetivo avaliar os efeitos do *step-training* sobre a aptidão cardiorrespiratória, porém, até o momento poucos estudos avaliaram os efeitos do *step-training* em parâmetros da força muscular.

### 2.7.1 Técnica de execução

A técnica de execução dos movimentos do step está voltada basicamente à forma de pisar durante o ato de subir e descer da plataforma (NETO; NOVAES, 1996). Em relação à técnica de execução deve-se estar atento para os seguintes aspectos (JUCÁ, 1993; NETO; NOVAES, 1996):

- Manter toda a superfície plantar em contato com a plataforma;
- Ao descer, o primeiro contato com o solo deve ser feito com o terço anterior do pé;
- Na descida o primeiro passo deve ser feito diretamente "para baixo e não para trás";
- Na descida deve-se manter uma distância curta entre a plataforma e o primeiro apoio.

#### 2.7.1.1 Normas de segurança

Uma técnica apropriada de execução auxilia também na redução dos riscos de ocorrer alguma lesão e no aumento da segurança. Sendo assim, deve-se observar os seguintes fatores (PAHMEIER; NIEDERBÄUMER, 1996):

- Não subir nem descer de costas para a plataforma;
- O joelho não deve flexionar além de 90 graus ao subir na plataforma;
- Evitar movimentos de giro;
- Alternar sempre o primeiro passo ascendente;
- Manter contato visual com a plataforma.



### 2.7.1.2 Alinhamento corporal

Além de executar os movimentos com uma técnica apropriada deve-se preocupar também com um alinhamento corporal adequado (NETO; NOVAES, 1996). Deve-se estar atento para os seguintes aspectos (PAHMEIER; NIEDERBÄUMER, 1996):

- Os joelhos devem estar sempre semiflexionados;
- Os ombros devem estar ligeiramente para trás;
- Evitar hiperestender a coluna;
- Evitar acentuar a flexão de tronco na subida.

### 2.7.2 Aspectos fisiológicos do *step-training*

O gasto energético no *step-training* depende basicamente de dois fatores: a frequência musical e a altura da plataforma, porém, pesquisas anteriores mostraram que aumentos na altura da plataforma parecem extrair maiores incrementos na energia expendida (SCHARFF-OLSON et al., 1996).

OLSON et al. (1991) e STANFORTH, STANFORTH e VELAZQUEZ (1993) também verificaram que a altura da plataforma e a frequência musical são variáveis que afetam o gasto energético. Eles afirmaram que as diferenças no gasto energético utilizando diferentes alturas de plataforma foram estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ): plataforma de 30,5 cm > plataforma de 25,4 cm > plataforma de 20,3 cm > plataforma de 15,2 cm. Olson et al. (1991) mostraram que os valores de  $VO_2$  foram significativamente diferentes entre as alturas da plataforma (plataforma de 25,4 cm > plataforma de 20,3 cm > plataforma de 15,2 cm), ou seja, o  $VO_2$  aumenta com o

aumento da altura do step ( $p < 0,05$ ). Eles mostraram também que a frequência cardíaca (FC) aumenta com o aumento da altura da plataforma. As alturas de plataformas utilizadas foram de 15,2; 20,3; 25,4 e 30,5 cm e a frequência musical de 120 batimentos por minuto (bpm). Por bpm entende-se o ritmo da música durante um minuto. Por exemplo, se a frequência musical fosse de 60 batimentos por minuto, isto significaria um batimento a cada segundo. A contagem dos batimentos por minuto (bpm) indica o tempo de execução do movimento (OCKERT, 1996).

### **2.7.3 Aspectos biomecânicos do *step-training***

Segundo Hamill e Knutzen (1999) a força de reação do solo (FRS) é utilizada como componente descritivo primário para indicar sobrecarga no aparelho locomotor durante a fase de apoio.

Francis, Francis e Miller (1990) avaliaram a FRS em três atividades diferentes: caminhar a 4,8 km/h, correr a 11,2 km/h e subir e descer de um step de 25,4 cm de altura a uma frequência musical de 120 batimentos por minuto (bpm). Na corrida, a força vertical máxima encontrada foi de 2,3 vezes o peso corporal (PC), na caminhada de 1,25 PC e no *step-training* de 1,75 PC. Os autores concluíram que o *step-training* possui um impacto semelhante ao da caminhada, o que levou a caracterizar a atividade como de baixo impacto.

Dyson e Farrington (1995) avaliaram a FRS para quatro movimentos comuns às aulas de *step-training* (passo básico, v-step, elevação de joelho e repetidor). Eles verificaram também como estes movimentos são afetados pela fadiga durante uma aula com duração de 60 minutos. Todos os quatro movimentos foram executados em uma plataforma de 20,3 cm com uma frequência musical de 120 batimentos por

minuto (bpm). A aula foi dividida em 10 minutos de aquecimento, 40 minutos de step e 10 minutos de “volta a calma”. A fase de “volta a calma” tem como objetivo permitir ao organismo uma confortável volta à condição inicial através da diminuição progressiva da intensidade, possibilitando o retorno das funções fisiológicas próximo à condição de repouso (JUCÁ, 1993). Dentro dos 40 minutos de step, a componente vertical da FRS foi avaliada no 5°, 20° e 40° minuto. Dos quatro movimentos analisados, a média do pico de força vertical entre o 5° e 40° minuto foi significativamente diferente somente para o passo básico ( $p < 0,05$ ). No 5° minuto a média do pico de força vertical foi de 1,73 PC e no 40° minuto foi de 1,95 PC. A média do pico de força vertical para todos os quatro movimentos avaliados foi de 1,90 PC.

Em um outro estudo realizado por Farrington e Dyson (1995) avaliou-se a FRS de cinco movimentos comuns às aulas de *step-training* (passo básico, v-step, elevação de joelho, turn-step e repetidor) utilizando diferentes alturas de plataforma. Todos os movimentos foram executados em plataformas de 10,2; 15,2 e 20,3 cm a uma frequência musical de 120 batimentos por minuto (bpm). A média do pico de força vertical máxima aumentou com o aumento da altura da plataforma para todos os cinco movimentos analisados. A média do pico de força vertical para todos os cinco movimentos foi de 1,49; 1,64 e 1,80 PC para as alturas de 10,2; 15,2 e 20,3 cm, respectivamente. O movimento que apresentou os maiores picos de força vertical máxima em todas as alturas de plataforma foi o repetidor. Os resultados desta pesquisa mostram que a FRS no *step-training* pode variar significativamente dependendo da altura da plataforma e dos movimentos utilizados.

Baseando-se nos dados mencionados acima pode-se concluir que o *step-training* é uma atividade de baixo impacto devido aos baixos valores da FRS.

Poucos dados estão disponíveis em relação aos parâmetros da força muscular após um período de treinamento com *step-training*. Em uma pesquisa desenvolvida por Koenig et al. (1995) onde 24 sujeitos (6 homens e 18 mulheres) participaram de aulas de *step-training* durante 10 semanas não foram encontradas diferenças significativas na força muscular e na potência dos membros inferiores determinados através de um dinamômetro isocinético computadorizado.



### 3 PROBLEMA E HIPÓTESES

Algumas pesquisas já foram realizadas para verificar alterações em parâmetros da força muscular em idosos utilizando programas de treinamento com pesos (FRONTERA et al., 1988; FIATARONE et al., 1990; HÄKKINEN et al., 2001). Diferentes autores (PAHMEIER; NIEDERBÄUMER, 1996; OCKERT, 1996; KOENIG et al., 1995) afirmam que o *step-training* pode ser usado como meio para desenvolver a força muscular, entretanto, até o momento, poucos estudos avaliaram os efeitos do *step-training* em parâmetros da força muscular. No estudo realizado por Koenig et al. (1995) com 24 sujeitos de ambos os sexos (idade de  $43,2 \pm 3,3$  anos para o grupo experimental e de  $39,4 \pm 2,8$  para o grupo controle) aumentos significativos não foram observados em nenhuma das variáveis analisadas (pico de torque e potência) após um treinamento com o step. Contudo, ainda não foi pesquisado se esse resultado é observado também em pessoas idosas. Baseando-se nas informações acima, foram levantadas as seguintes hipóteses:

**Hipótese 1:** Um programa de treinamento com o step realizado 3 vezes por semana durante 6 semanas provoca aumento significativo no pico de torque dos extensores e flexores do joelho em pessoas idosas independente da velocidade angular testada.

**Hipótese 2:** Um programa de treinamento com o step realizado 3 vezes por semana durante 6 semanas provoca aumento significativo nos valores de trabalho dos extensores e flexores do joelho em pessoas idosas independente da velocidade angular testada.

**Hipótese 3:** Um programa de treinamento com o step realizado 3 vezes por semana durante 6 semanas provoca aumento significativo na potência dos extensores e flexores do joelho em pessoas idosas independente da velocidade angular testada.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Amostra

Participaram deste estudo 24 mulheres ativas e saudáveis, todas alunas do curso de extensão para a terceira idade na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. Aproximadamente 50 mulheres foram contatadas e receberam informações sobre a pesquisa. A escolha das 24 voluntárias foi feita através dos seguintes critérios de inclusão: idade igual ou superior a 60 anos, ausência de história de patologia ortopédica e reumatológica, disponibilidade de horário e seis meses como tempo mínimo de prática de atividade física. A voluntária que por qualquer motivo faltasse uma vez ao treinamento seria excluída da pesquisa. As participantes foram instruídas a não participarem de outros programas de atividade física durante a realização da presente pesquisa. As voluntárias foram divididas em dois grupos: grupo experimental (EXP, n = 13) e grupo controle (CON, n = 11). A alocação das voluntárias nos grupos experimental e controle foi aleatória. As características antropométricas das voluntárias estão representadas na TAB. 1.

**TABELA 1**

Média e desvio padrão das características antropométricas das voluntárias.

	EXP (n= 13)		CON (n= 11)	
	$\bar{X}$	sd	$\bar{X}$	sd
Idade [anos]	66,0 ± 3,6		68,4 ± 4,5	
Massa corporal [kg]	65,3 ± 7,5		58,8 ± 6,7	
Estatura [cm]	153,8 ± 4,8		153,9 ± 5,1	

## 4.2 Instrumento

Foi utilizado o dinamômetro isocinético *Biodex System 3 Pro* (Biodex Medical System Corp.) (FIG. 5), localizado no Laboratório de Desempenho Motor e Funcional Humano do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, para avaliar a função dos músculos extensores e flexores do joelho.

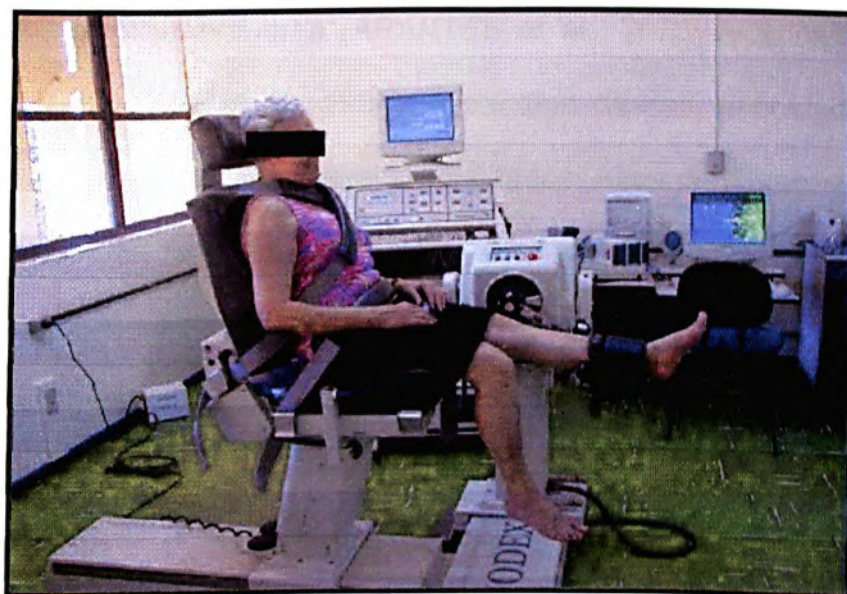


FIGURA 5 - Instrumento utilizado para a coleta de dados: dinamômetro isocinético *Biodex System 3 Pro* (Biodex Medical System Corp.)

## 4.3 Procedimentos

As voluntárias receberam informações detalhadas sobre os procedimentos da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO A) concordando em participar da mesma. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG.

### 4.3.1 Protocolo do teste

Em um primeiro momento, as participantes foram avaliadas em relação à massa corporal, estatura e posteriormente foram realizados os testes isocinéticos de extensão e flexão do joelho no modo concêntrico-concêntrico utilizando o dinamômetro *Biodex System 3 Pro*. Os testes foram realizados nas velocidades angulares de 60° e 180°/s. Essas velocidades foram utilizadas na maioria dos estudos com idosos envolvendo a dinamometria isocinética para mensurar a força muscular dos membros inferiores (ARANTES et al., 2003; AQUINO et al., 2002; DANNESKIOLD-SAMSOE et al., 1984). A escolha dessas velocidades angulares possibilita a comparação com estudos já realizados. Além disso, essas velocidades são recomendadas na realização de testes isocinéticos (DVIR, 2002). O protocolo constituiu das seguintes etapas:

- a) **Aquecimento:** as voluntárias foram submetidas a um período de 5 minutos de aquecimento em um cicloergômetro (Marca Vitally) com a carga mínima de 25 watts.
- b) **Posicionamento e alinhamento:** as voluntárias foram posicionadas na cadeira de teste do aparelho, na posição sentada, com o encosto da cadeira inclinado a 85°. A articulação do joelho foi alinhada com o eixo de rotação do dinamômetro, na altura do epicôndilo lateral do fêmur e o braço de alavanca posicionado paralelamente à perna, com a almofada de resistência fixada imediatamente acima do maléolo lateral. A posição correta no aparelho foi registrada com o objetivo de repeti-la no pós-teste.
- c) **Estabilização:** durante a realização do teste as voluntárias foram fixadas com a ajuda de dois cintos de segurança em diagonal fixando o tórax, um cinto ao redor do



quadril e um cinto sobre o terço distal da coxa e foram orientadas a segurar no suporte para as mãos.

**d) “Correção pelo efeito da gravidade”:** antes da realização do teste foram adotados os procedimentos de “correção pelo efeito da gravidade”, segundo as instruções do fabricante contidas no manual do equipamento.

**e) Familiarização:** para familiarização com o equipamento e com os procedimentos do teste foram realizados previamente ao teste, 3 e 5 movimentos de flexão e extensão do joelho em esforços sub-máximos para as velocidades de 60° e 180°/s respectivamente.

**f) Teste:** após os procedimentos descritos, as voluntárias realizaram o teste nas velocidades de 60° e 180°/s em esforço máximo. Foram realizadas 5 repetições a 60°/s (velocidade baixa) e 15 repetições a 180°/s (velocidade alta), sendo que um intervalo de 30 segundos foi dado entre as diferentes velocidades do teste. As voluntárias foram testadas sempre na mesma seqüência, ou seja, a 60°/s seguido da velocidade angular de 180°/s. O teste foi aplicado inicialmente para o membro inferior dominante, sendo este definido como o membro inferior que o sujeito utilizaria para chutar uma bola (AQUINO et al., 2002; CROCE et al., 1996; HOLMES; ALDERINK, 1984). Foi dado a todas as voluntárias o encorajamento verbal durante a realização do teste para que as mesmas movessem a alavanca do dinamômetro com a maior força e o mais rápido possível. Todas as voluntárias foram avaliadas antes e após 6 semanas de treinamento com o step usando os mesmos procedimentos.

#### 4.3.2 Protocolo do treinamento com o step

Todas as voluntárias participavam de um programa regular de ginástica localizada com duração de 60 minutos três vezes por semana por um período mínimo de 6 meses. O grupo experimental ( $n = 13$ ) substituiu seu programa usual de atividade física por um treinamento de 6 semanas de *step-training*, onde realizava aulas de step três vezes por semana com duração de 60 minutos cada sessão. Cada sessão de treinamento incluía um aquecimento de 10 minutos, 40 minutos de step e 10 minutos de “volta a calma”. A rotina foi acompanhada com música, a qual tinha frequência de 120 a 124 batimentos por minuto. As voluntárias receberam steps de 10 cm de altura durante as três primeiras semanas de treinamento e steps de 15 cm de altura nas últimas três semanas de treinamento. Nenhuma das voluntárias havia participado anteriormente em programas de *step-training*. O grupo controle ( $n = 11$ ) manteve completamente seu programa usual de atividade física (ginástica localizada) durante o período de 6 semanas. Nas 3 aulas semanais de ginástica localizada eram enfatizados exercícios localizados para membros inferiores na segunda-feira, para tronco e membros superiores na quarta-feira e exercícios mistos para membros inferiores e superiores na sexta-feira. Estes exercícios eram executados em cadeia aberta, utilizando halteres e caneleiras de 1 kg. Os exercícios em cadeia cinética fechada sem a utilização de peso adicional também foram realizados.

#### **4.3.3 Variáveis analisadas**

As variáveis analisadas foram: pico de torque normalizado pela massa corporal (T/MC), trabalho (W) e potência (P). Todas as variáveis foram avaliadas nas



velocidades angulares de 60 e 180°/s. A TAB. 2 apresenta as definições das variáveis analisadas.

**TABELA 2**

Definição das variáveis analisadas

Variável	Abreviatura	Fórmula	Unidade
Pico de torque/ massa corporal	T/MC	$T = F \times d / m$	[N.m/kg]
Trabalho	W	$W = \int T \cdot d\theta$	[J]
Potência	P	$P = dW/dt$	[W]

#### 4.4 Análise estatística

O teste-t de student para amostras dependentes foi utilizado para verificar diferenças significativas nas variáveis testadas entre pré e pós-teste. O teste-t de student para amostras independentes foi utilizado para verificar diferenças entre o grupo experimental e controle. O nível de significância estabelecido foi de  $p < 0,05$ . Utilizou-se o pacote estatístico SPSS (versão 10.0).

## 5 RESULTADOS

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) nas variáveis testadas no pré-teste comparando o grupo experimental e o controle.

### 5.1 Pico de torque

As médias e os desvios padrão do pico de torque normalizado pela massa corporal (T/MC) da musculatura extensora e flexora do joelho estão apresentadas na TAB. 3.

**TABELA 3**

Média e desvio padrão do pico de torque normalizado pela massa corporal (T/MC) da musculatura extensora e flexora do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-treinamento para o grupo experimental (EXP) e controle (CON).

Grupos	Pico de torque/massa corporal [N.m/kg]							
	Extensão				Flexão			
	60°/s		180°/s		60°/s		180°/s	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>EXP</b>	1,51 (0,36)	1,57 (0,33)	0,95 (0,21)	0,96 (0,20)	0,77 (0,21)	0,86* (0,20)	0,63 (0,20)	0,65 (0,19)
<b>CON</b>	1,51 (0,31)	1,48 (0,33)	1,01 (0,13)	0,95* (0,12)	0,78 (0,13)	0,86* (0,18)	0,65 (0,11)	0,64 (0,10)

\*  $p < 0,05$  (comparação dentro de cada grupo)

O pico de torque normalizado pela massa corporal (T/MC) não aumentou significativamente para o grupo experimental entre pré e pós-teste nas velocidades angulares de 60° e 180°/s para a musculatura extensora do joelho. No grupo controle verificou-se diminuição significativa entre pré e pós-teste na velocidade

angular de 180°/s. Em relação à musculatura flexora do joelho, observou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no pico de torque para ambos os grupos entre pré e pós-teste na velocidade angular de 60°/s (GRAF. 1).

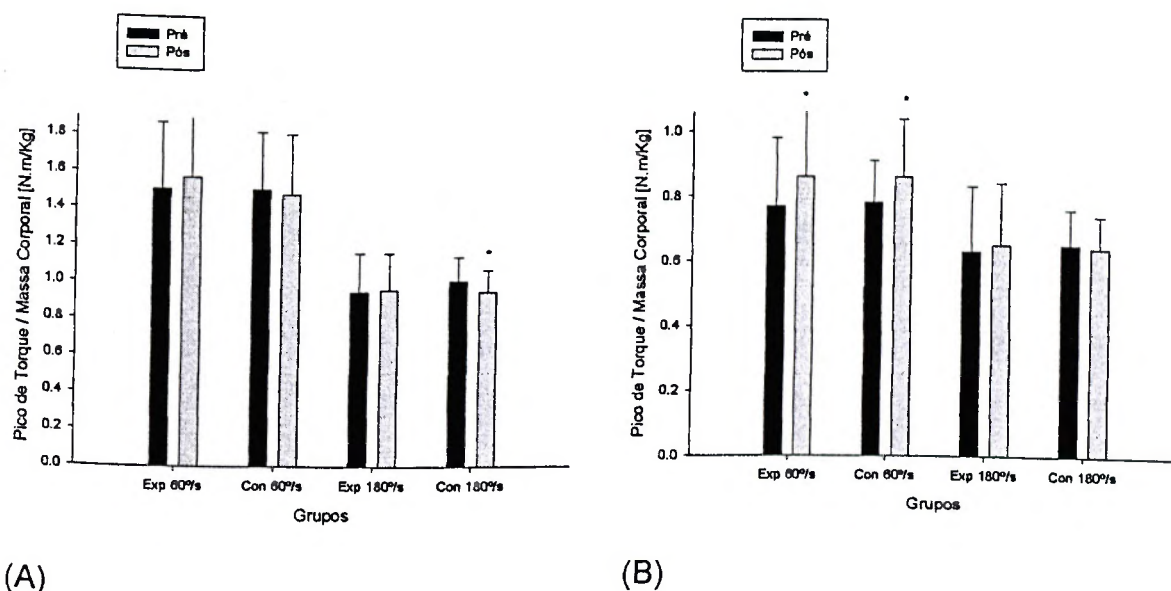


GRÁFICO 1 - Média e desvio padrão do pico de torque normalizado pela massa corporal (T/MC) da musculatura extensora (A) e flexora (B) do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-treinamento para o grupo experimental (EXP) e controle (CON).

De acordo com a **hipótese 1 (H1)**, esperava-se que o pico de torque dos extensores e flexores do joelho em pessoas idosas apresentasse um aumento significativo após seis semanas de treinamento com o step. Apesar de ter sido observado um aumento no pico de torque para o grupo experimental, diferenças significativas só foram observadas para a musculatura flexora do joelho na velocidade angular de 60°/s. Neste caso, a hipótese 1 pode ser parcialmente confirmada.

## 5.2 Trabalho

As médias e os desvios padrão do trabalho (W) da musculatura extensora e flexora do joelho estão apresentadas na TAB. 4.

TABELA 4

Média e desvio padrão do trabalho (W) da musculatura extensora e flexora do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-teste para o grupo experimental (EXP) e controle (CON).

Grupos	Trabalho [J]							
	Extensão				Flexão			
	60°/s		180°/s		60°/s		180°/s	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
EXP	458,5 (121,1)	497,4* (109,0)	783,3 (175,3)	813,7 (184,0)	241,4 (76,6)	282,9* (68,5)	439,5 (177,7)	475,9* (165,7)
CON	409,8 (98,9)	423,3 (119,1)	754,6 (198,1)	686,7* (154,7)	208,0 (48,4)	260,1* (66,1)	384,3 (131,2)	409,7* (132,3)

\*  $p < 0.05$  (comparação dentro de cada grupo)

O trabalho (W) demonstrou aumento significativo ( $p < 0,05$ ) para o grupo experimental entre pré e pós-teste na velocidade angular de 60°/s para a musculatura extensora do joelho. No grupo controle observou-se uma diminuição significativa para o mesmo grupo muscular entre pré e pós-teste na velocidade angular de 180°/s. Em relação à musculatura flexora, a variável trabalho aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) tanto para o grupo experimental como para o grupo controle entre pré e pós-teste em ambas as velocidades angulares testadas (GRAF. 2).

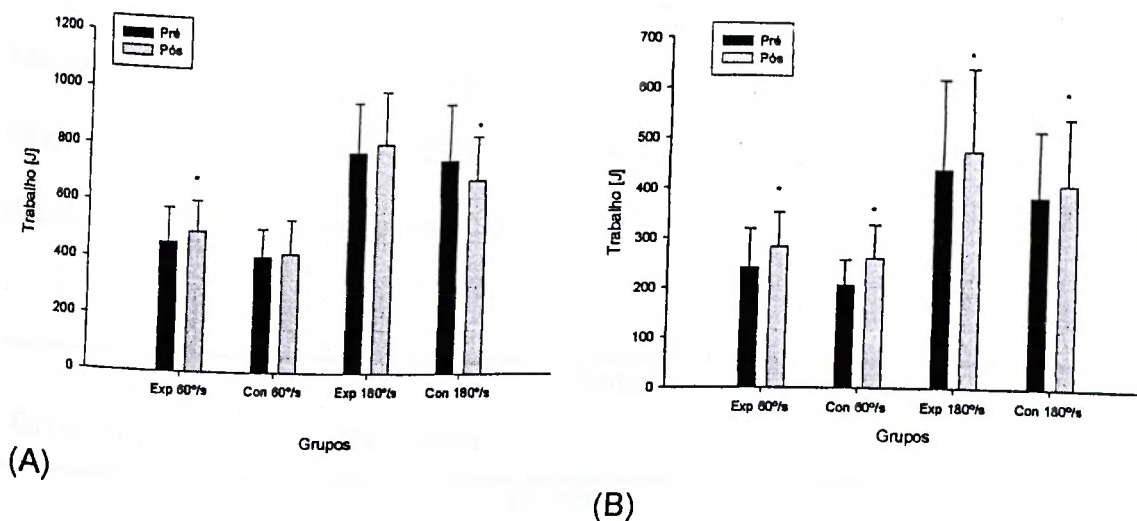


GRÁFICO 2 - Média e desvio padrão do trabalho (W) da musculatura extensora (A) e flexora (B) do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-teste para o grupo experimental (EXP) e controle (CON).

Conforme a **hipótese 2 (H2)**, esperava-se que a variável trabalho apresentasse um aumento significativo em pessoas idosas após seis semanas de treinamento com o step. De acordo com os resultados foi verificado um aumento significativo para os extensores do joelho na velocidade angular de 60°/s e para os flexores em ambas as velocidades testadas. O aumento só não foi significativo para o grupo experimental na musculatura extensora do joelho na velocidade angular de 180°/s. Desta forma, a hipótese 2 pode ser confirmada para os flexores do joelho. Em relação aos extensores do joelho, a hipótese 2 pode ser parcialmente confirmada.

### 5.3 Potência

As médias e os desvios padrão da variável potência (P) para a musculatura extensora e flexora do joelho estão apresentadas na TAB. 5.



TABELA 5

Média e desvio padrão dos valores de potência (P) da musculatura extensora e flexora do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-treinamento para o grupo experimental (EXP) e controle (CON).

Grupos	Potência [W]							
	Extensão				Flexão			
	60°/s		180°/s		60°/s		180°/s	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>EXP</b>	62,1 (16,4)	66,7* (14,8)	85,9 (21,0)	90,5* (20,4)	33,7 (11,2)	38,7* (9,3)	49,0 (22,7)	53,6 (20,4)
<b>CON</b>	57,7 (17,7)	56,6 (17,6)	81,7 (24,7)	72,6* (14,3)	30,4 (10,0)	35,6* (10,6)	41,9 (16,0)	42,7 (14,3)

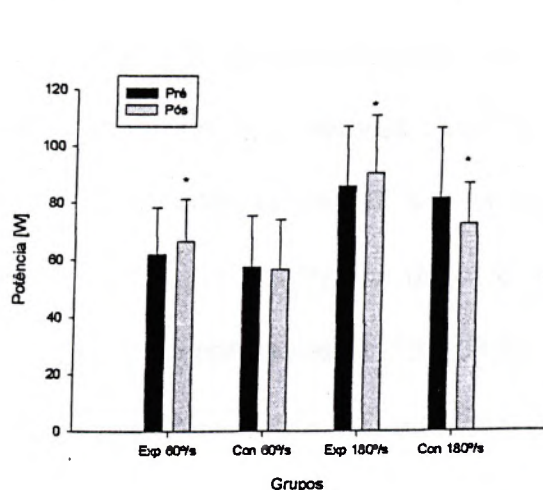
\*  $p < 0.05$  (comparação dentro de cada grupo)

Para a musculatura extensora do joelho do grupo experimental foi verificado um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da potência comparando pré e pós-teste nas velocidades angulares de 60° e 180°/s. No grupo controle observou-se uma redução significativa para o mesmo grupo muscular entre pré e pós-teste na velocidade angular de 180°/s. Para a musculatura flexora, a potência aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) para ambos os grupos (EXP e CON) na velocidade angular de 60°/s (GRAF. 3).

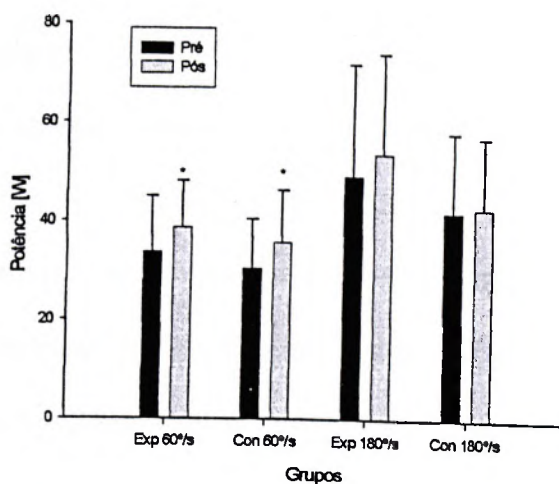
De acordo com a **hipótese 3 (H3)**, esperava-se que a potência dos extensores e flexores do joelho em pessoas idosas apresentasse aumento significativo após seis semanas de treinamento com o step. De acordo com os resultados foi verificado um aumento significativo para os extensores do joelho em ambas as velocidades testadas e para os flexores na velocidade angular de 60°/s. O aumento só não foi



significativo para o grupo experimental na musculatura flexora do joelho na velocidade angular de 180°/s. Desta forma, a hipótese 3 pode ser confirmada para os extensores do joelho. Em relação aos flexores do joelho, a hipótese 3 pode ser parcialmente confirmada.



(A)



(B)

GRÁFICO 3 - Média e desvio padrão dos valores de potência (P) da musculatura extensora (A) e flexora (B) do joelho a 60 e 180°/s na condição pré e pós-treino para o grupo experimental (EXP) e controle (CON).

## 6 DISCUSSÃO

Ao comparar os valores médios do pico de torque encontrados neste estudo com valores obtidos em estudantes do sexo feminino com idade entre 15 e 18 anos (HOLMES; ALDERINK, 1984) foi possível observar que o pico de torque da musculatura extensora do joelho das estudantes foi superior ao pico de torque registrado nas idosas em ambas as velocidades (60 e 180°/s), porém em relação ao pico de torque dos flexores, o grupo das idosas apresentou valores superiores na velocidade angular de 60°/s e semelhantes na velocidade de 180°/s. Entretanto, comparando os resultados do pico de torque dos flexores e extensores do joelho deste estudo com aqueles obtidos por Croce et al. (1996) em universitários (idade de  $24,2 \pm 3,4$  anos) verificou-se valor superior para o grupo de universitários em ambos os grupos musculares. Já no estudo conduzido por Aquino et al. (2002) com mulheres mais velhas (idade de  $77,8 \pm 2,8$  anos), os valores encontrados foram inferiores aos do presente estudo para ambos os grupos musculares. Baseado nessas informações é possível observar que pessoas mais jovens apresentam valores superiores em relação à força muscular quando comparadas com pessoas mais idosas. Essa diminuição da capacidade de produzir força muscular com o aumento da idade está de acordo com resultados de outras pesquisas (LINDLE et al., 1997; LYNCH et al., 1999). Contudo, uma comparação dos valores do pico de torque sem uma normalização pela massa corporal poderá conduzir para interpretações errôneas. Segundo Holmes e Alderink (1984), a normalização dos valores do pico de torque pela massa corporal é de grande importância, pois permite a realização de comparações entre pessoas de diferentes massas corporais, ampliando as possibilidades de utilização desses dados. Recentemente, Arantes et

al. (2003) desenvolveram um estudo com o objetivo de apresentar valores isocinéticos de referência para a força muscular dos flexores e extensores do joelho para mulheres brasileiras com 65 anos e mais, vivendo na comunidade de forma independente. Ao comparar os resultados do pico de torque normalizado pela massa corporal na velocidade angular de  $60^\circ/s$  com os valores de referência apresentados por Arantes et al. (2003) foi possível observar que a amostra da presente pesquisa apresentou valores superiores. No grupo experimental não foram observadas diferenças significativas nos valores do pico de torque normalizado pela massa corporal entre pré e pós-teste para a musculatura extensora do joelho em ambas as velocidades angulares testadas, porém em relação à musculatura flexora, um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) foi observado na velocidade angular de  $60^\circ/s$ . Baseando-se nos resultados obtidos no estudo eletromiográfico conduzido por Müller et al. (1995) não foi esperada a manutenção da força muscular da musculatura extensora do joelho para o grupo experimental. Müller et al. (1995) concluíram que os grupos musculares quadríceps e isquiotibial apresentam maior ativação eletromiográfica comparados com o glúteo máximo, reto abdominal e eretores da espinha durante a atividade de *step-training*. Desta forma, levando em consideração esses resultados esperava-se que o pico de torque dos extensores do joelho também apresentasse um aumento significativo após um treinamento com o step. Uma possível explicação para esses resultados seria o nível inicial de treinamento da musculatura extensora e flexora do joelho, ou seja, a musculatura extensora do joelho apresentava um nível de treinamento mais elevado em comparação com a musculatura flexora, o que levaria a respostas adaptativas diferentes. O aumento observado na força da musculatura isquiotibial pode ser explicado pelas adaptações neurais. As adaptações neurais têm sido descritas como

a principal causa de incrementos na produção de força observados nas primeiras semanas de treinamento, enquanto acredita-se que aumentos na área transversal do músculo sejam a principal causa de ganhos na produção de força verificados subseqüentemente (KRAEMER; FLECK; EVANS, 1996; FRONTERA et al., 1988). A comprovação de ganhos de força em virtude de adaptações neurais pode ser verificada através de aumentos na atividade eletromiográfica (ENOKA, 1988). Embora neste estudo não tenham sido utilizados parâmetros eletromiográficos, acredita-se que as melhorias observadas na força muscular do grupo experimental sejam decorrentes principalmente de adaptações neurais devido à duração do treinamento ter sido de seis semanas.

A maioria das pesquisas realizadas com idosos no dinamômetro isocinético destaca as alterações do parâmetro pico de torque. Entre as poucas pesquisas encontradas que avaliaram o trabalho, a maioria se restringe a uma população mais jovem (KANNUS, 1988; YI et al., 1996), o que dificulta a comparação desses resultados com outros estudos envolvendo amostras com faixas etárias maiores. Contudo, é possível observar que pessoas mais jovens apresentam valores superiores em relação à variável trabalho quando comparadas com pessoas mais idosas. A variável trabalho para a população idosa foi investigada no estudo de Arantes et al. (2003), entretanto, esses autores apresentam valores de referência para o trabalho normalizado pela massa corporal dificultando mais uma vez a comparação dos resultados. No grupo experimental foram observados aumentos significativos ( $p < 0,05$ ) nos valores do trabalho para a musculatura extensora do joelho na velocidade angular de  $60^\circ/s$  e para a musculatura flexora em ambas as velocidades angulares testadas. Estes resultados mostram que os grupos musculares melhoraram a capacidade de manutenção do torque durante o movimento articular.



Analisando os resultados do pico de torque juntamente com a variável trabalho é possível observar que, embora o grupo experimental não tenha apresentado aumentos significativos para o pico de torque entre pré e pós-teste para a musculatura extensora do joelho, ele melhorou a capacidade de manutenção desse torque durante o movimento articular na velocidade de 60°/s. A melhoria da força muscular induzida pelo exercício físico tem sido relacionada com a quantidade de tensão produzida pela musculatura envolvida, onde maiores aumentos resultam da elevação progressiva do nível de tensão (ANDERSON; KEARNEY, 1982). Baseando-se nessa afirmação, as alterações significativas observadas no presente estudo para as variáveis T/MC e W no grupo experimental, podem ser explicadas pelo aumento progressivo da exigência caracterizado pela alteração da altura do step (10 para 15 cm) durante o treinamento. Uma outra possível explicação para o aumento significativo observado na variável trabalho seria a melhoria da coordenação intermuscular, aumentando a sincronização da ativação dos grupos musculares agonistas e sinergistas. No estudo realizado por Koenig et al. (1995), objetivou-se determinar se melhorias na força muscular dos extensores e flexores do joelho poderiam ser alcançadas através de um treinamento de *step-training*. Os 24 voluntários que participaram do estudo foram divididos em dois grupos (experimental e controle). Aumentos significativos não foram observados em nenhuma das variáveis analisadas (pico de torque e potência) para o grupo experimental. O pico de torque dos extensores do joelho apresentou decréscimo significativo nas medidas do pré e pós-teste. Nos valores do pico de torque da musculatura flexora do joelho nenhuma diferença significativa foi observada entre pré e pós-teste. A potência não apresentou diferença significativa para nenhum dos dois grupos musculares analisados entre pré e pós-teste. Esses resultados apresentados por Koenig et al.

(1995) podem ser explicados, pela manutenção da altura do step e da frequência musical durante o período de treinamento com o step, ou seja, não foi aplicado nenhum tipo de sobrecarga que estimulasse o aumento da força muscular. Em relação ao grupo controle do presente estudo, o pico de torque normalizado pela massa corporal apresentou decréscimo significativo para a musculatura extensora do joelho na velocidade angular de 180°/s e aumento significativo para a musculatura flexora do joelho a 60°/s. A variável trabalho também mostrou decréscimo significativo para a musculatura extensora do joelho na velocidade angular de 180°/s e aumento significativo para a musculatura flexora em ambas as velocidades testadas (60 e 180°/s). Embora as atividades realizadas pelo grupo controle durante as aulas de ginástica localizada tenham sido registradas, um controle sistematizado dos componentes da carga (volume e intensidade) não foi realizado, caracterizando assim uma limitação deste estudo. Entretanto, pode ser argumentado que os exercícios realizados pelo grupo controle durante o período da pesquisa não foram adequados para manter ou melhorar os níveis de desempenho da musculatura extensora do joelho.

Comparando as médias da potência encontradas neste estudo com os valores obtidos por Croce et al. (1996) em universitários (idade de  $24,2 \pm 3,4$  anos) e por Koenig et al. (1995) em 24 sujeitos de ambos os sexos (idade de  $43,2 \pm 3,3$  anos para o grupo experimental e de  $39,4 \pm 2,8$  para o grupo controle) verificou-se valor superior para os dois grupos em relação às idosas tanto para a musculatura extensora quanto para a musculatura flexora do joelho. Segundo Overend et al. (1992) uma possível explicação para esta redução da potência com o aumento da idade seria uma atrofia preferencial das fibras musculares de contração rápida (tipo II) nos idosos. Os dados sobre potência são escassos na literatura, o que dificultou a



comparação dos resultados obtidos. No grupo experimental foram observados aumentos significativos ( $p < 0,05$ ) nos valores da potência para a musculatura extensora do joelho em ambas as velocidades testadas (60 e 180°/s) e para a musculatura flexora na velocidade angular de 60°/s. Em relação ao grupo controle um decréscimo significativo foi verificado para a musculatura extensora do joelho na velocidade angular de 180°/s e um aumento significativo para a musculatura flexora do joelho 60°/s. Uma explicação para os aumentos significativos da potência no grupo experimental seria a melhora da coordenação intra e intermuscular. A necessidade de realizar deslocamentos da massa corporal alternando constantemente o membro inferior de apoio dentro de uma frequência musical determinada poderia representar uma exigência adequada para provocar adaptações na capacidade de recrutamento das unidades motoras (coordenação intramuscular) e de sincronização na ativação dos diferentes grupos musculares (coordenação intermuscular). Essas melhorias podem gerar alterações positivas nos valores da potência.

## 7 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostram que seis semanas de *step-training* provocaram aumentos significativos em parâmetros da força muscular em pessoas idosas, medidos através de um dinamômetro isocinético. Os resultados reforçam ainda a premissa de que os idosos podem ser engajados em programas de treinamento com o step, podendo resultar em aumentos significativos na força muscular de membros inferiores. Isto indica que o *step-training* pode ser mais uma alternativa de atividade a ser utilizada com pessoas idosas.

## REFERÊNCIAS

- ACSM. Position stand on exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 30, n. 6, p. 992-1008, 1998.
- AKIMA, H. et al. Muscle function in 164 men and women aged 20-84 yr. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 3, n. 2, p. 220-226, 2001.
- ALTER, M. J. *Science of flexibility*. 2th.Ed. Champaign: Human Kinetics, 1996.
- ANDERSON, T.; KEARNEY, J. Effects of three resistance training programs on muscular strength and absolute and relative endurance. *Research Quarterly Exercise Sport*. v.53, p.1-7, 1982.
- ANIANSSON, A.; GUSTAFSSON, E. Physical training in elderly men with special reference to quadriceps muscle strength and morphology. *Clinical Physiology*. v.1, p.87-98, 1981.
- AQUINO, M. A. et al. Isokinetic assessment of knee flexor/extensor muscular strength in elderly women. *Rev. Hosp. Clín. Fac. Med. S. Paulo*. v. 57, n. 4, p. 131-134, 2002.
- ARANTES et al. Valores isocinéticos de referência para força muscular, trabalho dos flexores e extensores do joelho e relação Isquiotibiais/Quadríceps de mulheres idosas. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, 10, 2003, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto, 2003. v. 2, p. 330-334.
- BEISSNER, K. L., COLLINS, J. E.; HOLMES, H. Muscle force and range of motion as predictors of function in older adults. *Physical Therapy*. v. 80, n. 6, p. 556-563, 2000.
- BEMBEN, M. G. et al. Isometric muscle force production as a function of age in healthy 20- to 74-yr-old men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 23, n. 11, p. 1203-1310, 1991.

BEMBEN, M. G.; CLASEY, J. L.; MASSEY, B. H. Effect of rate of muscle contraction on the force-time curve parameters of male and female subjects. *Research Quarterly*. n. 61, p. 96-99, 1990.

CAMARANO, A. A. *Muito além dos 60: os novos idosos brasileiros*. Rio de Janeiro: Editora IPEA, 1999.

CHAIMOWICZ, F. A. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. *Revista de Saúde Pública*, v. 31, n. 2, p. 184-200, 1997.

CHANDLER, J. M. et al. Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. v. 79, n. 1, p. 24-30, 1998.

CHARETTE, S. L. et al. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *Journal of Applied Physiology*. v. 70, p. 1912-1916, 1991.

CROCE, R. et al. Peak torque, average power, and hamstrings/quadriceps ratios in nondisabled adults and adults with mental retardation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 77, n. 4, p. 369-372, 1996.

DANNESKIOLD-SAMSOE, B. et al. Muscle strength and functional capacity in 78-81 year old men and women. *European Journal of Applied Physiology*. v. 52, p. 310-314, 1984.

DELITTO, A. Isokinetic dynamometry. *Muscle and Nerve Suppl*. v. 13 p. S53-S57, 1990.

DEVIDE, F. P. Velhice...Espaço social de aprendizagem: aspectos relevantes para a intervenção da Educação Física. *Motriz*. v. 6, n. 2, p. 65-73, 2000.

DIAS, J. M. D. *Interreliability of three isokinetic measurement devices: the Kin-Com, Lido and Cybex*. 1992. 117p. Master of Sciences Thesis, Queen's University at Kingston, Ontario, Canada, 1992.

DOHERTY, T. J. et al. Effects of motor unit losses on strength in older men and women. *Journal of Applied Physiology*. v. 74, p. 868-874, 1993.

- DUARTE, M. et al. Avaliação da força de reação do solo no movimento de step. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica. n. 6, 1995, Brasília. *Anais...* Brasília, 1995. p. 109-114.
- DVIR, Z. *Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. São Paulo: Editora Manole Ltda, 2002.
- DYSON, R. J.; FARRINGTON, T. A. Step aerobics vertical ground reaction force and exercise duration. *Journal of Human Movement Studies*. v. 29, p. 79-87, 1995.
- EHLENZ, H.; GROSSER, M.; ZIMMERMANN, E. *Krafttraining: Grundlagen, Methoden, Übungen, Leistungssteuerung, Trainingsprogramme*. München: BLV, 1998.
- ENOKA R. M. Muscle strength and its development: new perspectives. *Sports Medicine*. v. 6, p. 146-168, 1988.
- EVANS, W. J.; CAMPBELL, W. W. Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *Journal of Nutrition*. v. 123, p. 465-468, 1993.
- FARRINGTON, T. A.; DYSON, R. J. Ground reaction forces during step aerobics. *Journal of Human Movement Studies*. v. 29, p. 89-98, 1995.
- FIATARONE, M. A. et al. High-intensity strength training in nonagenarians. *Journal of the American Medical Association*. v. 263, p. 3029-3034, 1990.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. *Designing resistance training programs*. Second edition. Champaign: Human Kinetics, 1997.
- FRANCIS, P.; FRANCIS, L.; MILLER, G.: *Step Reebok: Instructor Training Manual*, 1990.
- FRONTERA, W. R. et al. Strength conditioning in older men skeletal muscle hypertrophy and improved function. *Journal of Applied Physiology*. v. 64, n. 3, p. 1038-1044, 1988.



FRONTERA, W. R.; BIGARD, X. The benefits of strength training in the elderly. *Science and Sports*. v. 17, p. 109-116, 2002.

FRONTERA, W.R. et al. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-year-old men and women. *Journal of Applied Physiology*. v. 71, p. 644-650, 1991.

HÄKKINEN, K. et al. Changes in eletromyographic activity, muscle fiber and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiologica Scandinavica*. v. 171, p. 51-62, 2001.

HÄKKINEN, K. et al. Muscle CSA, force production, and activation of leg extensors during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women. *JAPA*. v. 6, p. 232-247, 1998.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. *Física 1*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos Científicos, 1996.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. *Bases biomecânicas do movimento humano*. São Paulo: Editora Manole Ltda, 1999.

HOLMES, J. R.; ALDERINK, G. J. Isokinetic strength characteristics of the quadriceps femoris and hamstring muscles in high school students. *Physical Therapy*, v. 64, n. 6, p. 914-918, 1984.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 12 ago. 2003.

JANSSEN, I. Et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88yr. *Journal of Applied Physiology*. v. 89, p. 81-88, 2000.

JOHANSSON, C. et al. Sprinters and marathon runners: Does isokinetic knee extensor performance reflect muscle size and structure? *Acta Physiologica Scandinavica*. n. 130, p. 663-670, 1987.

JUCÁ, M.: *Aeróbica e step: bases fisiológicas e metodologia*. Rio de Janeiro: Editora Sprint LTDA, 1993.

- KALACHE, A.; VERAS, R. P.; RAMOS, L. R. O envelhecimento da população mundial: um desafio novo. *Revista de Saúde Pública*. v. 21, p. 200-210, 1987.
- KANNUS, P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Medicine* n. 15, p. 11-18, 1994.
- KANNUS, P. Knee flexor and extensor strength ratios with deficiency of the lateral collateral ligament. *Archives of Physical Medicine and (of) Rehabilitation*. v. 69, p. 928-931, 1988.
- KNUTZEN, K. M.; BRILLA, L. R.; CAINE, D. Validity of 1RM prediction equations for older adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v. 13, n. 3, p. 242-246, 1999.
- KOENIG J. M. et al. The effect of bench step aerobics on muscular strength, power and endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v. 9, n. 1, p. 43-46, 1995.
- KRAEMER, J. F. et al. Effect of dynamometer application arm length on concentric and eccentric torques during isokinetic knee extension. *Physiotherapy Canada*. v. 41, p. 100-106, 1989.
- KRAEMER, J. F.; FLECK, S. J.; EVANS, W. J. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exercise and Sport Science Review*. v. 24, p. 363-397, 1996.
- KUBO, K. et al. Muscle Architectural Characteristics in Women Aged 20–79 Years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 35, n. 1, p. 39-44, 2003.
- LEXELL, J. et al. Distribution of different fiber types in human skeletal muscles: Effects of aging studied in whole muscle cross section. *Muscle and Nerve*. v. 6, p. 588-595, 1983.
- LEXELL, J. Evidence for nervous system degeneration with advancing age. *Journal of Nutrition*. v. 127, p. 1011S-1013S, 1997.
- LEXELL, J.; DOWNHAM, D. What is the effect of aging on type II muscle fibers? *Journal of the Neurological Sciences*. v. 107, p. 250-251, 1992.

- LEXELL, J.; TAYLOR, C.; SJÖSTRÖM, M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studies in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *Journal of the Neurological Sciences*. v. 84, p. 275-294, 1988.
- LINDLE, R. S. et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93yr. *Journal of Applied Physiology*. v. 83, n. 5, p. 1581-1587, 1997.
- LYNCH, N. A. et al. Muscle quality I - Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *Journal of Applied Physiology*. v. 86, n. 1, p. 188-194, 1999.
- MALTA, P. *Step: aeróbico e localizado*. Rio de Janeiro: Editora Sprint LTDA, 1994.
- MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; NETO, T. L. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. v. 8, n. 4, p. 21-32, 2000.
- MORITANI, T. *Time course of adaptations during strength and power training*. In: KOMI, P. V. *Strength and power in sport*. London: Blackwell Science, 1992. p. 266-278.
- MORITANI, T.; DeVRIES, H.A. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *Journal of Gerontology*. v. 35, p. 672-682, 1980.
- MÜLLER, T. et al. Análise eletromiográfica durante o movimento do step. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica. n. 6, 1995, Brasília. *Anais...* Brasília, 1995. p. 238-243.
- NETO, E.; NOVAES, J. *Ginástica de academia: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Editora Sprint LTDA, 1996.
- OCKERT, G. *Step-aerobic: Basics, Choreographien, Fun*. Berlin: Sportverlag, 1996.

OLSON, M. S. et al. The cardiovascular and metabolic effects of bench stepping exercise in females. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 23, p. 1311–17, 1991.

OMS. The Heidelberg guidelines for promoting physical activity among older persons. *JAPA*. v. 5, p. 2-8, 1997.

OVEREND et al. Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. *Clinical Physiology*. v. 12, p. 629–640, 1992.

OWINGS et al. Exercise: Is it a solution to falls by older adults? *Journal of Applied Biomechanics*. v. 15, p. 56–63, 1999.

PAHMEIER, I.; NIEDERBÄUMER, C.: *Step-aerobic für Schule, Verein und Studio*. Aachen: Meyer & Meyer, 1996.

PERRIN, D. H. *Isokinetic exercise and assesment*. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1993.

PORTER, M. M. et al. Concentric and eccentric knee extension strength in older and younger men and women. *Canadian Journal of Applied Physiology*. v. 20, p. 429-439, 1995.

RADIN, E. L. et al. Relationship between lower limb dynamics and knee joint pain. *Journal of Orthopaedic Research*. v. 9, p. 398-405, 1991.

ROGERS, M. A.; EVANS, W. J.: Changes in Skeletal Muscle with Aging: effects of exercise training. *Exercise and Sport Science Reviews*. v. 21, p. 65-102, 1993.

SCHARFF-OLSON, M. et al. The physiological effects of bench/step exercise. *Sports Medicine*. v. 21, n. 3, p. 164-175, 1996.

SCHLUMBERGER, A. *Optimierung von Trainingsstrategien im Schnellkrafttraining*. Köln: Strass und Buch Strauß, 2000.

SCHMIDTBLEICHER, D. *Entwicklung der Kraft und der Schnelligkeit*. In: BAUR, J.; BÖS, K.; SINGER, R. *Motorische Entwicklung*. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann, 1994. p. 129-150.



SCHMIDTBLEICHER, D. Strukturanalyse der motorischen Eigenschaft Kraft. *Lehre der Leichtathletik*, n.30, p.1785-1792, 1984.

SHINZATO, G. T.; BATTISTELLA, L. R. Exercício isocinético – sua utilização para avaliação e reabilitação musculoesquelética. *Âmbito medicina desportiva*. v. 1, p. 11-18, 1996

STANFORTH, D.; STANFORTH, P. R.; VELASQUEZ, K. S. Aerobic requirement of bench stepping. *International Journal of Sports Medicine*. v. 14, n. 3, p. 129-133, 1993.

STRASS, D.; GRANACHER, U. Neuromuskuläre Auswirkungen des Alters: Krafttraining zur Vorbeugung. *Sportwissenschaft*. v. 30, n. 4, p. 471-480, 2000.

TOMLINSON, B. E.; IRVING, D. The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *Journal of the Neurological Sciences*. v. 34, p. 213-219, 1977.

WIECZOREK, S. A.; DUARTE, M.; AMADIO, A. C. Estudo da força reação do solo no movimento básico de step. *Revista Paulista de Educação Física*. São Paulo, v. 11, n. 2, p. 103-115, 1997.

WILLIAMS, G. N.; HIGGINS, M. J.; LEWEK, M. D. Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. *Physical Therapy*. v. 82, n. 1, p. 62-68, 2002.

WORK, J. A. O treinamento de força: a fonte de independência para os mais velhos. *Revista Sprint*. p. 16-19, 1991.

YI et al. Total work changes at different angular velocities during isokinetic exercise. *Journal of Physical Therapy and Science* v. 8, p. 39-44, 1996.



## ANEXOS

### ANEXO A - CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### Informações sobre a pesquisa

A força é uma qualidade física importante para o desempenho humano e já está bem documentado que reduções significativas na produção de força ocorrem com o envelhecimento. A diminuição gradual dos níveis de força muscular pode limitar nas pessoas idosas a capacidade de realização das atividades cotidianas levando-as à falta de autonomia motora e diminuindo, conseqüentemente, a qualidade de vida das mesmas. O presente trabalho objetiva investigar os efeitos de um programa de *step-training* em parâmetros da força muscular de membros inferiores em mulheres idosas.

Para avaliar a força muscular dos membros inferiores será utilizado um dinamômetro isocinético da marca *Biodex System 3 Pro*, onde a pessoa deverá se posicionar na posição sentada e realizar movimentos de extensão e flexão de joelho em duas velocidades angulares diferentes. Participarão desta pesquisa 30 alunas que freqüentam, por um período mínimo de seis meses, as aulas do curso de extensão para a terceira idade da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, as quais deverão ter idade mínima de 60 anos. As pessoas que irão participar do grupo experimental irão substituir suas atividades usuais por um treinamento de step e as pessoas que participarão do grupo controle irão manter suas atividades usuais.

Os testes serão realizados no Laboratório de Desempenho Motor e Funcional Humano do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física,

Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, para avaliar a função dos músculos extensores e flexores do joelho.

Os riscos estão relacionados aos riscos gerais que envolvem a prática de exercícios físicos, como por exemplo, lesões músculoesqueléticas. Pode-se dizer que não há tais riscos em qualquer fase deste estudo. Além da baixa frequência com que estes eventos ocorrem nas condições laboratoriais e em testes diagnósticos, destaca-se que a atividade física envolvida nos experimentos será realizada sob condições estritamente controladas e supervisionadas pelo responsável por este estudo, Prof. Dr. Hans-Joachim Karl Menzel. Entretanto, qualquer incômodo ou dano que possa acarretar ao participante pesquisado, com causa comprovada decorrente deste estudo, será de inteira responsabilidade da Escola de Educação Física - Laboratório de Biomecânica - da UFMG, instituição responsável pela realização da pesquisa.

As voluntárias deste estudo dispõem de total liberdade para esclarecer qualquer dúvida que possa surgir antes, e durante o curso da pesquisa, com o professor Dr. Hans-Joachim Karl Menzel, pelo telefone (0xx31) 3499-2327 ou através do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG), pelo telefone (0xx31) 3248-9364, assim como estarão livres para se recusarem a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

Todos os dados serão mantidos em sigilo no Laboratório de Biomecânica, a identidade das voluntárias não será revelada publicamente em nenhuma hipótese e somente o pesquisador responsável e equipe envolvida neste estudo terão acesso a estas informações que serão apenas para fins de pesquisa.

Não haverá qualquer forma de remuneração financeira para os voluntários. Todas as despesas relacionadas com este estudo serão de responsabilidade do Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física da UFMG.

## ANEXO B (1ª VIA)

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

*Via para arquivo/ Biolab-EEF-UFMG*

Eu \_\_\_\_\_,

voluntária, aceito participar da pesquisa intitulada: "**Efeitos de seis semanas de *step-training* em parâmetros da força muscular de membros inferiores em mulheres idosas**" no Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

Portanto, concordo com tudo que foi acima citado e livremente dou o meu consentimento.

Belo Horizonte, de \_\_\_\_\_ de 2.002

---

**Assinatura do voluntário**

**ANEXO B (2ª VIA)****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO***Via do voluntário*

Eu \_\_\_\_\_,  
voluntário, aceito participar da pesquisa intitulada: "**Efeitos de seis semanas de *step-training* em parâmetros da força muscular de membros inferiores em mulheres idosas**" no Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

Portanto, concordo com tudo que foi acima citado e livremente dou o meu consentimento.

Belo Horizonte, de \_\_\_\_\_ de 2.002

---

**Assinatura do voluntário**



