

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

CLAUDINEI FERREIRA DOS SANTOS

**EFEITOS DE DIFERENTES FREQUENCIAS SEMANAIS DE
TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A COMPOSIÇÃO
CORPORAL E CAPACIDADES MOTORAS EM HOMENS IDOSOS**

Campinas, 2009

CLAUDINEI FERREIRA DOS SANTOS

**EFEITOS DE DIFERENTES FREQUENCIAS SEMANAIS DE
TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A COMPOSIÇÃO
CORPORAL E CAPACIDADES MOTORAS EM HOMENS IDOSOS**

Tese de Doutorado apresentado à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Educação Física.

Orientadora: Prof^a Dr^a Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil

Campinas, 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA FEF - UNICAMP

Sa59e Santos, Claudinei Ferreira dos.
Efeitos de diferentes frequências semanais de treinamento com pesos sobre a composição corporal e capacidades motoras em homens idosos / Claudinei Ferreira dos Santos. - Campinas, SP: [s.n], 2009.

Orientador: Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil.
Tese (doutorado) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.

1. Aptidão física. 2. Composição corporal. 3. Envelhecimento. 4. Frequência. 5. Treinamento com pesos. I. Chacon-Mikahil, Mara Patrícia Traina. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

(asm/fef)

Título em inglês: Effects of differential weekly frequencies of weight training on body composition and motor capacities in older men.

Palavras-chaves em inglês (Keywords): Muscle Strength; Body Composition; Aging; Weekly; Weight Training.

Área de Concentração: Ciência do Desporto.

Titulação: Doutorado em Educação Física.

Banca Examinadora: Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil. Sebastião Gobbi. Lourenço Gallo Junior. Jose Irineu Gorla. José Maria Santarém.

Data da defesa: 09/03/2009.

CLAUDINEI FERREIRA DOS SANTOS

**EFEITOS DE DIFERENTES FREQUENCIAS SEMANAIS DE
TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A COMPOSIÇÃO
CORPORAL E CAPACIDADES MOTORAS EM HOMENS IDOSOS**

Este exemplar corresponde à redação final da Tese de Doutorado defendida por Claudinei Ferreira dos Santos e aprovada pela Comissão julgadora em: 09/03/2009.



**Profa. Dra. Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil
(Orientadora)**

Campinas, 2009

COMISSÃO JULGADORA

Profa. Dra. Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil
(Orientadora)



Prof. Dr. Sebastião Gobbi
DEF/UNESP Rio Claro



Prof. Dr. Lourenço Gallo Junior
FCM/USP Ribeirão Preto



Prof. Dr. José Irineu Gorla
FEF/UNICAMP



Prof. Dr. José Maria Santarém Sobrinho
FM/USP São Paulo

Agradecimentos

A minha orientadora professora Dra. Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil pela oportunidade dada desde o Mestrado até este momento de realização de um grande sonho. Seu papel foi fundamental na realização deste sonho, pois creio que quando lidamos com sonhos de terceiros, temos que ser responsáveis e esta sempre foi sua preocupação. Obrigado pelo que me proporcionou e pelos belos exemplos durante esses anos!

Ao professor Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, quem me motivou ainda na graduação na UEL a procurar a carreira acadêmica e ainda hoje serve como grande exemplo de dedicação e seriedade.

A todos os companheiros do Fisex - FEF/UNICAMP, que possibilitaram a realização da pesquisa, em especial ao Ms. Thiago Gaudensi Costa, parceiro e amigo incansável na execução do projeto, desde o recrutamento dos voluntários, até o fechamento das portas no último dia de treinamento. Valeu rapaz!

As amizades sinceras que pude cultivar durante esses anos no Fisex (Cleiton, Valéria, Giovana, Andréia e Tatiana).

A Melissa Antunes, pessoa maravilhosa que esteve ao meu lado em parte do processo.

Aos bolsistas de iniciação científica (Débora, Diego e Jonas), que auxiliaram na coleta de dados e treinamento dos voluntários.

A Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, pelas parcerias nas análises de imagens (Ressonância Magnética e DEXA).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

A Pró-Reitoria de Pós Graduação-UNICAMP, que em conjunto com a Coordenação de Graduação/FEF me concederam bolsa no Programa de Estágio Docente nível A (PED-A), contribuindo para a minha formação.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira – Departamento de Ciência do Desporto (FEF/UNICAMP), que disponibilizou a sala de musculação para o treinamento dos voluntários.

Agradecimento aos membros da banca que aceitaram o convite para contribuir na finalização deste trabalho.

Ao meu irmão Marcos e todos os amigos de Londrina, que também se aventuraram nesta cidade em busca de um sonho, fortalecendo-me.

Aos senhores que participaram voluntariamente deste estudo, e que sem eles nada disso seria possível.

SANTOS, Claudinei F. **Efeitos de diferentes frequências semanais de treinamento com pesos sobre a composição corporal e capacidades motoras em homens idosos**, 2009. 105f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

RESUMO

Os efeitos do treinamento com pesos realizados com diferentes intensidades, frequências e volumes trazem respostas benéficas e são bem difundidos para populações de jovens e atletas. No entanto, estudos que procuram avaliar os efeitos do treinamento com pesos realizados em diferentes frequências semanais são escassos para populações idosas. Assim, o propósito da presente pesquisa foi analisar e comparar os efeitos do treinamento com pesos sobre indicadores da sarcopenia, composição corporal, hipertrofia muscular e das capacidades físicas força muscular e flexibilidade de homens idosos submetidos a duas ou três sessões semanais de treinamento com pesos. Para tanto fizeram parte da amostra 27 indivíduos, subdivididos em: grupo treinamento com frequência semanal de 2 sessões de treino (GT2, n=9), grupo treinamento com frequência semanal de 3 sessões de treino (GT3, n=10), ambos submetidos a um programa de treinamento com pesos por um período de 16 semanas, e um grupo controle (GC, n=8) que não se envolveu com nenhuma rotina de exercícios físicos durante o período do experimento. Os indicadores da sarcopenia e composição corporal foram determinados por Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA). A sarcopenia foi determinada pelo índice relativo de músculo esquelético. Como indicador de hipertrofia muscular, a área de secção transversal do braço (ASTBr) e coxa (ASTCx) foram avaliadas pelo método de ressonância magnética. Os indicadores de força muscular foram determinados pelo teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios na sala de treinamento com pesos (supino, *leg press* e rosca direta). Como indicadores de flexibilidade, sete movimentos articulares foram avaliados por flexímetro. O programa de treinamento com pesos foi dividido em duas etapas, cada qual com oito semanas de duração. Na primeira etapa o protocolo de treinamento foi realizado com cargas fixas (três séries de 15 repetições) com ordem de execução alternada por segmento. A segunda etapa, os exercícios foram localizados por articulação. As diferenças nas etapas objetivam aumentar a magnitude da carga de treinamento progressivamente ao longo do período de estudo. Ajustes semanais nas cargas de treinamento foram realizados observando o princípio da progressão de carga. Foram realizadas análises intra e inter-grupos nos diferentes momentos do estudo. A comparação entre os grupos e os momentos foi realizada pela análise de variância (ANOVA) sendo adotado o nível de significância $p<0,05$. Os componentes da composição corporal, assim como, o indicador de sarcopenia não foram alterados após o período experimental em nenhum dos grupos. Contudo, diferença significativa entre as mudanças percentuais foram observadas entre o GT3 e GC para a gordura corporal relativa e a massa livre de gordura. No teste de 1-RM foram obtidos aumentos significantes na condição pós treino para os exercícios de supino, rosca direta, carga total levantada e carga total levantada relativa a massa corporal para o GT2 e o GT3. Somente o GT3 aumentou significativamente a força muscular no *leg press*. A evolução semanal da carga de treinamento no exercício supino e rosca direta ocorreu mais acentuadamente para o GT3. Para o exercício de *leg press* GT2 e GT3 tiveram comportamentos parecidos. Ambos os grupos treinados mostraram aumentos percentuais maiores nos indicadores de flexibilidade para os movimentos de flexão de quadril direito e esquerdo e flexão de ombro esquerdo, quando comparados ao GC. Contudo, somente o movimento de flexão de quadril esquerdo aumentou significativamente para o GT3. Apesar de haver uma tendência ao aumento da ASTCx após o TP para ambos os grupos experimentais, somente houve aumento significativo da

ASTBr (9,04%) para o GT3. Diante dos resultados analisados, a realização de três sessões semanais de TP mostrou-se mais efetiva para os grupos de idosos estudados.

Palavras chave: Força Muscular, Composição Corporal, Envelhecimento, Frequência Semanal, Treinamento com Pesos.

SANTOS, Claudinei F. **Effects of different weekly frequencies of weight training on body composition and motor capacities in older men**, 2009. 105f. Thesis (Physical Education PHD) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

ABSTRACT

The effects of weight training made with different intensities, frequencies and volumes provide beneficial answers and are well spread among young people and athletes. However, studies that look for the effects of weight training held at different frequencies weekly are limited to elder populations. So, the purpose of this study was to analyze and compare the effects of weight training on indicators of sarcopenia, body composition, muscle hypertrophy and of the physical capacities of muscular strength and flexibility of elder men submitted to two or three week sessions of weight training. Twenty-seven (27) individuals were part of the sample separated in: group training with two weekly training sessions (TG2, $n = 9$), group training with three weekly training sessions (TG3, $n = 10$), both submitted to a weight training for a 16 weeks period, and a control group (CG, $n = 8$), which was not involved with any exercise routine during the experiment. The indicators of sarcopenia and body composition were determined by Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA). The sarcopenia was determined by an index of relative skeletal muscle mass. As an indicator of muscular hypertrophy, the cross-section area of the arm (ASTBr) and thigh (ASTCx) were evaluated by magnetic resonance imaging. The indicators of muscle strength were determined by the test of one maximum repetition (1-RM) in three exercises in the fitness room (bench press, leg press and arm curl). As indicators of flexibility, seven joint movements were evaluated by the fleximeter. The weight-training program was divided into two stages, eight weeks each. The first stage of the training was performed with fixed loads (three sets of 15 repetitions), alternating the order of execution by body segment. On the second stage, the exercises were fixed for articulation. These differences in the stages aimed to increase the load training progressively along the stages. Some adjustments were made weekly in the loads, observing the principle of progressive load. Intra and inter groups' responses were analyzed at different times of the study. The comparison between groups and moments was performed by a variance analysis (ANOVA). The level of significance adopted for all analyses was $p < 0.05$. None of the components of body composition, as well as the indicator of sarcopenia, was changed after the trial period for all groups. However, a significant difference between the changes percentage were observed between TG3 and CG for relative body fat and fat free mass. Significant increases were obtained in the 1-RM test for the bench press, arm curl and full load lifted up and relative load lifted up to the total body mass for the TG2 and TG3 post training. Only TG3 increased significantly muscle strength in the leg press test. The week load evolution in the training was more pronounced in the bench press exercise and the arm curl for the TG3. The leg press performance was similar for TG2 and TG3. Both showed higher increase percentage in indicators of flexibility, in the right and left hip flexion and in the left shoulder, when compared to CG. However, only the left hip flexion increased significantly for the TG3. Despite the tendency of a increasing in the ASTCx in both experimental groups, the significant increase in ASTBr (9,04%) happened only in the TG3. These results showed that the performance of three-week sessions of TP was more effective for the elder studied group.

Key words: Muscle Strength; Body Composition; Aging; Weekly; Weigh Training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Corte transversal da região da coxa de um indivíduo jovem e idoso (ressonância magnética).....	24
Figura 2. Fatores que contribuem para a sarcopenia. A figura sintetiza a influencia de múltiplos fatores que levam à independência física.....	25
Figura 3. Proposta formal para a prescrição do treinamento com pesos para vários objetivos. São consideradas as variáveis agudas do treinamento, assim como os princípios chaves.....	38
Figura 4. Desenho Experimental.....	43
Figura 5. Imagens de área de secção transversa dos músculos da coxa (A) e braço (B) obtidas por ressonância magnética em um dos voluntários estudados.....	48
Figura 6. Valores médios $\pm$ desvio padrão do índice relativo músculo esquelético antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.....	58
Figura 7. Valores médios $\pm$ desvio padrão das modificações na carga total levantada relativa a massa corporal (CTR) antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.....	61
Figura 8. Evolução da carga (kg) de treinamento para o exercício supino durante as 16 semanas.....	62
Figura 9. Evolução da carga (kg) de treinamento para o exercício <i>leg press</i> durante as 16 semanas.....	63
Figura 10. Evolução da carga (kg) de treinamento para o exercício rosca direta durante as 16 semanas.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios $\pm$ desvio padrão das características iniciais dos voluntários...	55
Tabela 2. Valores médios $\pm$ desvio padrão dos indicadores da composição corporal antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.....	57
Tabela 3. Valores médios $\pm$ desvio padrão dos indicadores de hipertrofia muscular antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.....	59
Tabela 4. Valores médios $\pm$ desvio padrão dos indicadores de força muscular antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.....	60
Tabela 5. Relações da carga levantada nas sessões de treinamento com os resultados dos indicadores de força muscular (1-RM) para o GT2.....	65
Tabela 6. Relações da carga levantada nas sessões de treinamento com os resultados dos indicadores de força muscular (1-RM) para o GT3.....	65
Tabela 7. Relações da carga levantada nas sessões de treinamento com os resultados dos indicadores de força muscular (1-RM) ambos os grupos experimentais..	66
Tabela 8. Valores médios $\pm$ desvio padrão dos indicadores de flexibilidade em diferentes movimentos antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós).....	67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	Envelhecimento Populacional	23
2.2	Sarcopenia	24
2.3	Diagnóstico da Sarcopenia	27
2.4	Envelhecimento, treinamento com pesos e composição corporal	29
2.5	Envelhecimento, treinamento com pesos e força muscular	32
2.6	Envelhecimento, treinamento com pesos e flexibilidade	35
2.7	Orientações sobre programas de treinamento com pesos para idosos.....	37
3	OBJETIVOS	41
3.1	Objetivo Geral	41
3.2	Objetivos Específicos	41
4	METODOLOGIA	43
4.1	Desenho Experimental	43
4.2	Voluntários do estudo.....	44
4.3	Indicadores da Composição Corporal	45
4.4	Indicador de Sarcopenia	46
4.5	Área de Secção Transversal do Músculo (AST)	46
4.5.1	Ressonância Magnética	46
4.6	Indicadores da Força Muscular	50
4.7	Indicadores de Flexibilidade	51
4.8	Protocolo de treinamento com pesos.....	52
4.9	Análise Estatística	53
5	RESULTADOS.....	55
5.1	Composição corporal - Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA)	56
5.2	Hipertrofia Muscular – Imagens de Ressonância Magnética	58
5.3	Indicadores de Força Muscular (1-RM)	59
5.4	Indicadores de Flexibilidade	66
6	DISCUSSÃO	69
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
8	REFERÊNCIAS.....	85
9	ANEXOS	96
9.1	Anexo A: Parecer do Comitê de Ética.....	96
9.2	Anexo B: Relatório do DEXA de corpo inteiro.	98
10	APÊNDICES.....	99
10.1	Apêndice A: Termo de Consentimento.	99
10.2	Apêndice B: Ficha de anamnese inicial para triagem.....	102
10.2	Apêndice C: Ficha de treinamento A	103
10.3	Apêndice D: Ficha de treinamento B	104

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a população de idosos representa um contingente de quase 15 milhões de pessoas com 60 anos de idade ou mais, o que representa cerca de 8,6% da população (IBGE, 2002). Atualmente uma em cada dez pessoas tem idade igual ou superior a 60 anos. Ainda segundo o IBGE, a projeção para 2050 é de que esta relação será no mundo de uma para cada cinco pessoas, sendo de uma para três nos países desenvolvidos.

No envelhecimento ocorre mais frequentemente o sedentarismo, decorrente de iniciativas e hábitos próprios do idoso, ou pela falta de opção de atividades físicas atrativas. Fatores ambientais, culturais e sócio econômicos também podem contribuir para o maior incidência do sedentarismo.

Desta maneira, a junção destes dois fenômenos, o sedentarismo e o envelhecimento, podem levar a manifestação de alguns processos fisiopatológicos deletérios à saúde dos indivíduos. Dentre eles, destacam-se as doenças crônico-degenerativas, não transmissíveis comumente associadas à redução na massa corporal magra, essencialmente músculos (sarcopenia) e massa óssea (osteoporose), o aumento da gordura corporal (sobrepeso e obesidade), além da diminuição da capacidade cardiorrespiratória (HASS et al., 2001; FLEGAL et al., 2002; VILLAREAL et al., 2005).

Uma estratégia para minimizar tais perdas em indivíduos envelhecendo é o envolvimento dos mesmos em rotinas de exercícios físicos regulares. Assim, dentre as modalidades de exercícios físicos, o treinamento com pesos (TP) vem merecendo especial atenção de pesquisadores, uma vez que a literatura tem mostrado a capacidade deste tipo de treinamento em diminuir os efeitos deletérios de alguns destes processos que acompanham o envelhecimento (SCHWAB e KLEIN, 2008; ACSM, 1998; LEMMER et al., 2001).

Acreditava-se que o TP poderia trazer prejuízos a saúde cardiovascular de indivíduos idosos. Contudo, recentes pesquisas têm mostrado que o TP pode ser utilizado até como modalidade substituta ao treinamento aeróbio em indivíduos com doenças cardiovasculares em fase de tratamento, sendo capaz de reduzir a pressão arterial sistólica, pressão arterial média e o duplo produto em repouso (MEKA et al., 2008; TERRA et al., 2008). Além disso, o TP pode ser prescrito para pessoas idosas saudáveis, sem que ocorra alteração aguda significativa na pressão arterial, desde que o idoso não tenha sinal clínico, elétrico e biológico de isquemia de miocárdio, e os exercícios sejam realizados com técnicas respiratórias corretas (BERMON et al., 2000).

Apesar dos estudos supracitados apontarem para efeitos positivos do TP para pessoas que se encontram no processo de envelhecimento, ainda não há consenso na literatura sobre as melhores estratégias deste tipo de treinamento específico para esta população, seja em relação ao período experimental, ou seja, em relação aos protocolos de treinamento empregados (HUNTER et al., 2004).

Particularmente, até o momento, estudos que investigam a frequência semanal de TP em idosos do sexo masculino são extremamente escassos e inconclusivos, sendo que são apresentados nos parágrafos abaixo dois destes trabalhos.

No primeiro estudo, Taaffe et al. (1999) desenvolveram um estudo com 53 indivíduos de ambos os sexos distribuídos em quatro grupos: um que treinou uma vez por semana; outro que treinou duas vezes; um terceiro que treinou três vezes por semana; e um quarto que se caracterizou como grupo controle. Os treinamentos duraram 24 semanas e os autores não encontraram diferenças significativas entre as respostas de força muscular dos grupos experimentais.

Outro estudo que investigou a frequência semanal de treino em idosos com idade entre 65 e 79 anos (7 mulheres e 11 homens), foi realizado por DiFrancisco-Donoghue e colaboradores (2007). Os autores não encontraram diferenças significantes entre o grupo que treinou apenas uma vez por semana quando comparado ao grupo que treinou duas vezes por semana. Este estudo teve duração de nove semanas e o programa de treinamento era composto por uma única série de exercícios até a fadiga, diferentemente do que é realizado na maioria dos estudos e protocolos de treinamento. Os autores não detalharam sobre como foi realizada a única série de exercícios até a fadiga, exemplificando, se houve aquecimento prévio com cargas de menor intensidade.

Nos dois estudos citados, tanto no de Taaffe et al. (1999) quanto no de DiFrancisco-Donoghue et al. (2007), as amostras foram compostas por ambos os sexos e os períodos de treinamento tiveram características distintas em relação a carga e ao tempo de intervenção experimental. Ambos os estudos só analisaram o comportamento da força muscular mediante diferentes frequências semanais de treino.

Desta maneira, a prescrição de TP para idosos, pode gerar dúvidas em relação à qual deve ser frequência e/ou volume de treinamento suficientes para gerar modificações positivas.

Sendo assim, informações adicionais a respeito do comportamento de indicadores da composição corporal, indicadores de sarcopenia, flexibilidade e força muscular especificamente para homens idosos em resposta a diferentes frequências semanais de treinamento são necessárias e terão grande aplicabilidade prática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Envelhecimento Populacional

Na tentativa de facilitar o entendimento do assunto a ser tratado a seguir, é importante conceituar dois termos que corriqueiramente são tratados como sinônimos: longevidade e envelhecimento populacional.

Longevidade refere-se ao número total de anos vividos por um indivíduo ou o número de anos de vida de uma geração desde o nascimento até a morte. A longevidade está determinada por alguns fatores: sócios econômicos, aptidão física, nutricionais, tabagismo e alcoolismo (CAREY; JUDGE, 2001), além do componente genético (TAUFER et al., 2002).

Já a definição de envelhecimento populacional, não se refere a indivíduos ou gerações, mas sim a mudança na estrutura etária da população, o que produz um aumento relativo de pessoas de determinada idade nesta população (considerada o início da velhice) (CARVALHO; GARCIA, 2003).

A necessidade de distinguir esses dois conceitos é justificada pela análise equivocada de que a baixa da mortalidade ocorrida nas últimas décadas é responsável pelo envelhecimento populacional. Na verdade, o declínio da mortalidade teve um efeito rejuvenescedor das populações pelo fato de ter ocorrido principalmente nos mais jovens. Sendo assim, o que ocasiona o envelhecimento populacional é a diminuição gradativa da natalidade, concomitante ao aumento da longevidade (CARVALHO; GARCIA, 2003).

Assim, esse crescimento da população idosa é um fenômeno mundial, acontecendo tanto em países de primeiro mundo até os países mais pobres. A população mundial com idades superiores a 65 anos, cresce em torno de 9 milhões de indivíduos por ano. Estima-se que em 2025 o número total dessa população seja superior a 800 milhões (WHO, 1998). Esses números mostram que, atualmente uma em cada dez pessoas tem aproximadamente 60 anos de idade ou mais e a projeção para 2050 é de que essa relação será no mundo de uma para cada cinco pessoas, e de uma para três nos países desenvolvidos.

Contudo, o envelhecimento populacional no decorrer das últimas décadas aconteceu diferentemente de acordo com as características de cada país. Nos países desenvolvidos, o crescimento da população idosa ocorreu lentamente, em conjunto com a evolução econômica, o que proporcionou também um crescimento do nível de bem-estar e redução das desigualdades sociais (GIATTI; BARRETO, 2003).

Já nos países em desenvolvimento, esse processo foi acelerado, principalmente para indivíduos com mais de sessenta anos, quando comparados essa faixa de população ao restante das outras faixas de idades. Truelsen et al. (2001) especulam que para os próximos 30 anos, nos países da América Latina, a população considerada idosa aumente em 300%.

O Brasil apresenta um dos mais agudos processos de envelhecimento populacional entre os países mais populosos. A proporção de pessoas idosas com sessenta anos ou mais aumentou de 6,1% (7.204.517 habitantes) em 1980, para 8,6% (14.536.029 habitantes) em 2000, correspondendo a um aumento absoluto de 7,3 milhões de indivíduos (IBGE, 2002), o que corresponde aos dados de 8,2% apresentados pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2005).

Nestes dados recentes de crescimento, segundo a Organização Mundial de Saúde (2005), o Brasil mostrou entre 1993 e 2003 um crescimento populacional anual de 1,4%. No entanto, a taxa de fertilidade caiu (de 2,6 para 2,2). Mas, o que de fato contribuiu substancialmente com o aumento populacional foi o aumento da expectativa de vida, que ficou entre 69-70 anos (66-67 anos para os homens e 72-73 anos para as mulheres) chegando ao percentual de 8,2% na população brasileira com idades acima de 60 anos (WHO, 2005).

Muito provavelmente, o processo de envelhecimento no Brasil deve ainda continuar aumentando, uma vez que as estimativas das taxas de mortalidade infantil decrescem e a longevidade da população brasileira está estimada e projetada, especificamente para homens, da seguinte maneira: 2020: 72,5 anos, 2050: 78,2 anos e 2100: 81,6 anos (IBGE, 2004).

Este importante fenômeno remete-nos a importância dos estudos relacionados as condutas favoráveis e benéficas a saúde desta população.

2.2 Sarcopenia

A palavra “sarcopenia” é de origem grega e significa: “sarco” músculo e “penia” diminuição ou deficiência. Assim, a sarcopenia pode traduzir um estado de deficiência do músculo.

Segundo Borst (2004) a sarcopenia é um agravante para a qualidade de vida de idosos, uma vez que é caracterizada pela redução da massa muscular, número de fibras, em especial as de contração rápida (tipo II) e a força muscular específica.

Taaffe (2006) descreve a sarcopenia simplesmente como um relativo declínio na massa muscular com o avançar da idade, o que pode acarretar em perda da independência funcional.

A Figura 1 ilustra uma comparação feita entre a área de corte transversal da coxa de um adulto jovem (<30 anos de idade) e de um idoso (>60 anos de idade), ambos fisicamente ativos. Independentemente da prática de atividade física é evidente a diferença em relação ao conteúdo muscular dos dois indivíduos. Nota-se reduzida quantidade de músculo (cinza escuro) no idoso, com concomitante aumento de gordura subcutânea e intra-muscular, quando comparado ao jovem.

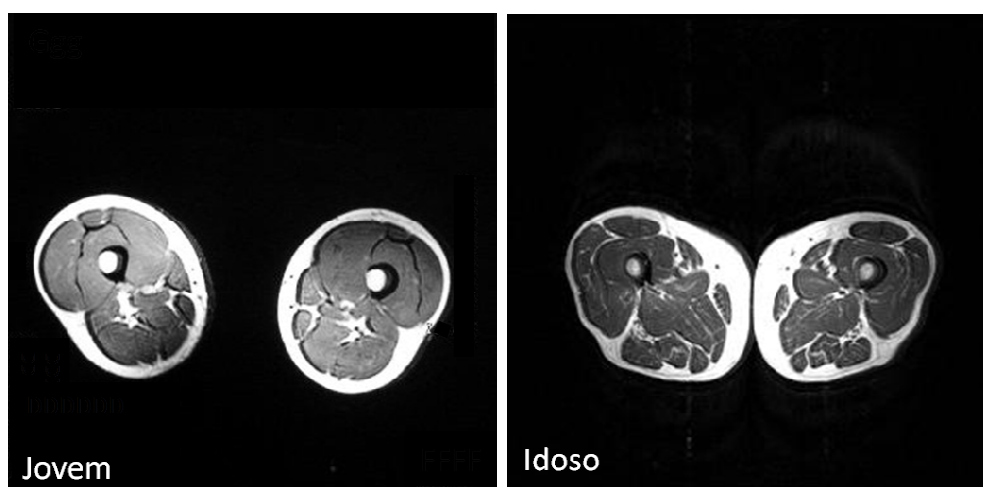


Figura 1: Corte transversal da região da coxa de um indivíduo jovem e idoso (ressonância magnética). Músculo (cinza escuro) e gordura (branco).

Fonte: Adaptado de SOUZA JÚNIOR, 2005.

As possíveis causas da sarcopenia incluem mudanças hormonais (diminuição na produção de hormônios anabólicos), diminuição da ingestão dietética e metabolismo protéico, além da atrofia por desuso (BAUMGARTNER et al., 1998; DUTTA; HADLEY, 1995). Além disso, as reduções na inervação muscular e na densidade capilar são

acompanhadas também da atrofia seletiva das fibras musculares do tipo II (diminuição tanto na área, como no número das fibras) (LEE et al., 2006; GALLAGHER et al., 1997).

Todo esse processo degenerativo acaba levando a uma seqüência de eventos que podem fazer com que o idoso se torne fisicamente limitado e dependente, como esquematizado na Figura 2. Além destes fatores, a sarcopenia também pode ocorrer e ser explicada pelo envelhecimento celular, ocasionado pelo envelhecimento da codificação do DNA, deterioração progressiva na síntese de proteínas e também de outras macromoléculas. Várias teorias tentam explicar as causas do envelhecimento celular, como a teoria genética, telomérica, imunológica e ação dos radicais livres (GAVA; ZANONI, 2005).

Fatores genéticos explicam entre 30 a 76% dos diferentes fenótipos da composição corporal, podendo ser levantada a hipótese de que a influencia dos fatores ambientais (tabagismo, infecções, obesidade e sedentarismo dentre outros) pode também justificar a redução da massa muscular em indivíduos envelhecendo (FERMINO et al., 2007).

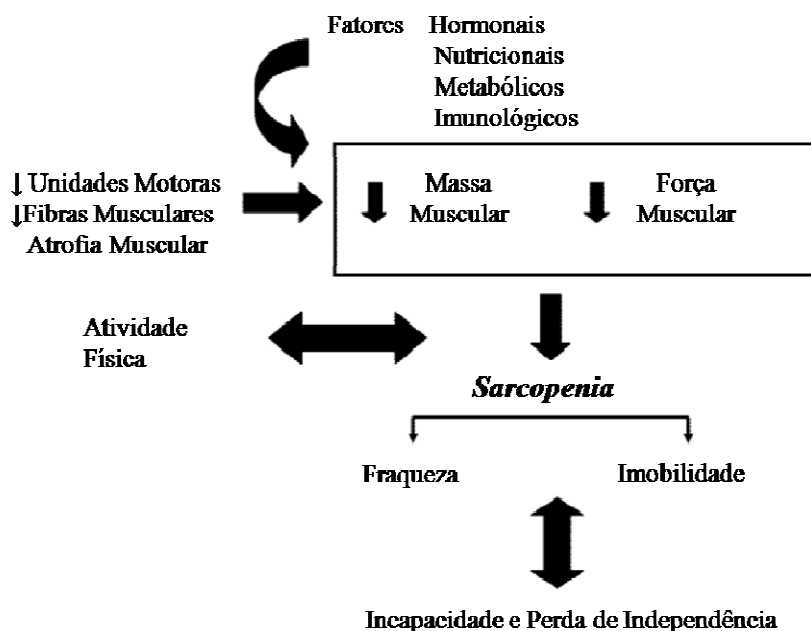


Figura 2: Fatores que contribuem para a sarcopenia. A Figura sintetiza a influencia de múltiplos fatores que levam à independência física.

Fonte: Adaptado de DOHERTY, 2003.

Contudo, a sarcopenia tem caráter reversível e têm sido propostas várias estratégias para este fim. Dentre elas, destacam-se o uso de esteróides anabólicos. No entanto, ainda são necessários estudos em longo prazo para determinar os desfechos

proporcionados pelo uso dessa medicação. A segurança e uso prolongado destas substâncias ainda não estão bem estabelecidos, uma vez que pode ocasionar retenção hídrica, apnéia do sono, ginecomastia, além de acelerar o aparecimento de tumores prostáticos e aumento da incidência de trombose em idosos (SILVA et al., 2006; BORST, 2004; DORNAS et al., 2008).

Outra maneira de se combater a sarcopenia, é a reposição de hormônio do crescimento (GH). Contudo, também não está claro se esta terapêutica ocasionará os benefícios esperados para o combate a sarcopenia, ou seja, ocasionando o aumento de força e da massa muscular (BORST, 2004). Sua utilização em longo prazo, pode alterar o perfil glicêmico, bem como, ocasionar síndrome do túnel do carpo, artralgias, ginecomastia e edema (SILVA et al., 2006; BORST, 2004). Vale lembrar que o custo para este tratamento é por demais elevado.

O uso de suplementação nutricional, também é apontado como alternativa de combate a sarcopenia. Dentre elas, a suplementação de creatina pode elevar os depósitos de adenosina tri-fosfato (ATP) e creatina fosfato (CP) durante o uso do sistema músculo esquelético em idosos em atividades de alta intensidade. Contudo, este efeito é mais acentuado, quando associado à prática de exercícios físicos de caráter intermitente (SILVA et al., 2006; BORST, 2004).

Nesse sentido, a prática de exercícios físicos, particularmente aqueles que têm objetivam o aumento da força e massa muscular, acaba sendo uma alternativa valiosa para o combate desta disfunção (TAAFFE, 2006). Assim, em um dos próximos tópicos deste trabalho, serão abordados os efeitos do treinamento com pesos sobre a força muscular e aumentos de massa corporal magra.

2.3 Diagnóstico da Sarcopenia

Apesar do conhecimento de que a sarcopenia é caracterizada por diminuição da força e massa muscular (qualitativa e quantitativa), ainda faltam parâmetros objetivos que contemplem essas duas variáveis.

Estudos prévios mostram alterações na composição corporal com o envelhecimento (BAUMGARTNER et al., 1998; DUTTA; HADLEY, 1995; LEE et al., 2006; GALLAGHER et al., 1997; GAVA; ZANONI, 2005).

Dentre essas alterações, destacam-se a redução da água corporal, massa corporal magra, óssea e aumento da gordura corporal (BENBEM et al., 1995).

No entanto, os métodos tradicionalmente disponíveis para a avaliação dos componentes da composição corporal, como por exemplo, a técnica de medidas de espessura de dobras cutâneas, bioimpedância elétrica, pesagem hidrostática, não são capazes de realizar a avaliação segmentada em cada grupamento muscular, limitando sua utilização. A definição de qual músculo ou grupamento muscular escolher, tempo gasto, custo elevado, radiação ionizante, reprodutibilidade de cada método e a presença de apoio técnico especializado para condução do exame são outros pontos a serem considerados.

A literatura internacional tem aceitado o índice relativo de músculo esquelético (IRME) como sendo um indicador de sarcopenia (TAAFFE, 2006; BAUMGARTNER et al., 1998). Com o objetivo de melhor equacionar alguns desses aspectos, Baumgartner e colaboradores em 1998, ao estudarem 883 idosos, de ambos os sexos, provenientes do Novo México, obtendo imagens por Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA), propuseram a utilização da massa muscular esquelética de braços e pernas chamada de massa muscular apendicular (MMA), e assim determinar a ocorrência de sarcopenia. Neste caso, o DEXA avalia a massa livre de gordura (MLG), pois possibilita o isolamento da gordura essencial. Neste modelo, os autores justificam a utilização apenas dos segmentos de braços e pernas por estarem estes diretamente envolvidos na totalidade das atividades diárias.

Assim sendo, o IRME (kg/m^2) é a razão entre a MMA (kg) pela estatura (m) elevada a segunda potência. Para a classificação da sarcopenia foi estabelecido um valor de corte utilizado para definir a normalidade em homens ($7,26 \text{ kg/m}^2$) e para mulheres ($5,45 \text{ kg/m}^2$) (BAUMGARTNER et al., 1998), o que corresponde a dois desvios padrões abaixo dos valores médios obtidos na população jovem com idade entre 18 e 40 anos (GALLAGHER et al., 1997).

Apesar de ser o meio preconizado como o padrão ouro para a determinação da sarcopenia, ainda faltam dados normativos para que estas tabelas possam ser extrapoladas para a população brasileira.

2.4 Envelhecimento, treinamento com pesos e composição corporal

Como vimos nos capítulos anteriores, ocorre redução da massa corporal magra decorrente do processo de envelhecimento, particularmente potencializada pela inatividade física. Desta maneira, a junção destes dois fenômenos, a inatividade física e o envelhecimento, levam a manifestação de alguns processos fisiológicos deletérios à saúde deste indivíduo. Dentre eles, destacam-se as doenças crônico-degenerativas, comumente associadas à redução na massa corporal magra, essencialmente músculos (sarcopenia) e massa óssea (osteoporose), o aumento excessivo da gordura corporal (obesidade) e a redução do desempenho cardiorrespiratório (FLEGAL et al., 2002; VILLAREAL et al., 2005).

Especificamente no caso do aumento da gordura corporal, paralelamente ocorre aumento de riscos de doenças e a mortalidade prematura (VILLAREAL et al., 2005). Dados de estudos populacionais mostram que a média da massa corporal total e índice de massa corporal (IMC) aumentam gradualmente durante a vida adulta e alcança seu máximo até os 60 anos de idade para os dois sexos (FLEGAL et al., 2002).

Observa-se que, assim como para outras faixas etárias mais jovens, o número de pessoas idosas obesas tornou-se alarmante. Em 1991, 26,1% das pessoas com idades acima de 60 anos nos Estados Unidos foram consideradas obesas (MOKDAD et al., 1999). Dados atuais do Tooele County (2007) revelam a existência de uma epidemia de obesidade nos Estados Unidos, uma vez que mais de 64% dos americanos são pouco, moderadamente ou morbidamente obesos.

Neste contexto, merece atenção especial também a redução na massa corporal magra, que conseqüentemente leva o idoso a perda de força e potência muscular, e redução na flexibilidade articular (HASS et al., 2001).

Estes processos ocasionam um aumentado risco de quedas acidentais causando lesões ortopédicas, e em conseqüência a perda da capacidade funcional do indivíduo, diminuindo sobremaneira sua autonomia de movimento. Kyle et al. (2004) ao compararem a massa corporal magra e gorda de homens e mulheres com idades entre 18 e 98 anos, por análise de impedância bioelétrica, demonstraram que idosos apresentam níveis mais elevados de massa gorda e gordura corporal relativa (%G) quando comparado aos mais jovens, além de índices reduzidos na massa corporal magra.

Outro fator presente está relacionado a perda de massa óssea (osteopenia), que pode chegar a ocasionar a osteoporose, cujos custos com o tratamento da doença, em pacientes brasileiros representou em 1997 e 1998 cerca de 11% da renda familiar. Isto

significou um gasto/ano de aproximadamente R\$ 906,63 por paciente, sendo 82% utilizados com recursos médico-hospitalares e 18% com recursos não médico-hospitalares (KOWALSKI et al., 2001).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia (SBGG), apesar da osteoporose acometer mais as mulheres idosas, por volta de 13 % dos homens acima dos 50 anos podem apresentar algum tipo de fratura por osteoporose, sendo que as fraturas masculinas têm um índice maior de mortalidade que a das mulheres (SBGG, 2005).

No entanto, modificações positivas na composição corporal são encontradas em homens idosos após algumas semanas de prática de TP. Lemmer et al. (2001), ao investigarem o efeito do TP durante 24 semanas sobre os indicadores de composição corporal, avaliada por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), encontraram aumentos significativos na massa livre de gordura em homens idosos entre 65 e 75 anos. Contudo, os autores não observaram modificações significativas na gordura relativa após o período de treinamento, apesar de os voluntários terem aumentado significativamente sua taxa metabólica de repouso.

Ao contrário dos achados citados anteriormente, após 25 semanas de TP, Hunter et al. (2001) encontraram reduções significativas na gordura corporal relativa avaliada pela técnica de pletismografia. Participaram deste estudo 36 homens e mulheres com idades acima de 60 anos. Os voluntários foram divididos em três grupos, no qual os autores pretenderam comparar os efeitos do treinamento de alta intensidade (três sessões semanais, 80% de 1-RM, n=14), o treinamento com intensidade variável (uma sessão semanal, 80%, 65%, e 50% de 1-RM, n=14) e o grupo controle (n=8) que não treinou. Nenhuma mudança significativa na massa corporal ocorreu nos três grupos, porém, os dois grupos que realizaram o TP aumentaram significativamente a massa livre de gordura (1,8 kg e 1,9 kg, respectivamente), concomitantemente a diminuição da gordura corporal relativa.

Em um estudo clássico envolvendo o TP em idosos, Fiatarone et al. (1990) analisaram as modificações na composição corporal de 10 voluntários com média de idade de 90 anos. Após oito semanas de TP, realizado com frequência semanal de três sessões em alta intensidade (80% de 1-RM), os autores constataram por meio de tomografia computadorizada aumentos significantes na área muscular total da coxa não dominante (9%) e na área muscular do quadríceps (10,9%), todavia, não foram observadas alterações nas áreas de gordura subcutânea e intramuscular.

Campbell et al. (1994) verificaram os efeitos de 12 semanas de um programa progressivo de TP sobre a composição corporal, avaliada pela técnica de pesagem hidrostática e diluição de óxido de deutério (modelo de três compartimentos), em 8 homens e 4 mulheres (pós-menopausa) entre 56 e 80 anos de idade. Os autores não verificaram aumento na massa corporal total após o período do estudo, mas sim, aumentos e reduções significativas na massa livre de gordura e na gordura corporal relativa, respectivamente. Outro achado interessante foi que os voluntários aumentaram sua taxa metabólica de repouso após o período experimental.

Ainda em 1994, Miller et al. publicaram os resultados de 16 semanas de TP sobre a composição corporal de 11 homens saudáveis (58 ± 1 anos de idade) e encontraram aumentos e reduções significativos na massa magra ($p < 0,05$) e %G ($p < 0,001$), respectivamente, sem no entanto alterar a massa corporal total significativamente.

Outro componente da composição corporal que merece atenção é o conteúdo mineral ósseo. Poucos são os estudos que se preocupam com este componente em homens, uma vez que é verificada maior incidência da perda de massa óssea em mulheres (HURLEY; ROTH, 2000).

No entanto, Schwab e Klein (2008), em recente trabalho de revisão, recomendam a prática regular de exercícios com pesos extracorporais, principalmente na infância/adolescência, fase no qual ainda está sendo estabelecido o conteúdo mineral ósseo. Neste caso o TP poderá exercer efeito positivo sobre a saúde óssea, refletindo para o envelhecimento.

Esta consideração é importante, uma vez que Proctor et al. (2000) encontraram reduções semelhantes em homens e mulheres, tanto no componente mineral ósseo, quanto na massa corporal magra total, mesmo em idosos praticantes de exercícios físicos de predomínio aeróbio ou com pesos.

Entretanto, ao ser comparado o efeito do TP realizado por 24 semanas em alta intensidade (70 a 90% de 1-RM) vs baixa intensidade (40 a 60% de 1-RM), observou-se que os dois tipos de treinamento foram suficientes para aumentar a densidade óssea do trocanter femoral em homens com idade entre 50 e 60 anos. Contudo, somente o treinamento realizado em alta intensidade foi suficiente para aumentar a densidade óssea da área da coluna (MADDALOZZO; SNOW, 2000).

Tentando verificar as respostas de diferentes faixas etárias após o TP, Rya e colaboradores (2004) submeteram homens jovens (20 a 29 anos) e idosos (65 a 74 anos) a 24

semanas de TP e concluíram que os dois grupos aumentaram significativamente a densidade óssea do trocanter femoral. Vale ressaltar que jovens nessa faixa etária, não apresentam tendência para perda de massa óssea (SCHWAB; KLEIN, 2008).

No entanto, Santos et al. (2002) analisaram as modificações no conteúdo mineral ósseo decorrentes de 16 semanas de TP, em oito adultos jovens não-treinados do sexo masculino. O programa de treinamento tinha frequência semanal de três sessões, em que os voluntários realizaram 12 exercícios com três séries de 8-12 repetições. Após as 16 semanas de treinamento, os voluntários tiveram um aumento significativo de 2,92% no conteúdo mineral ósseo. Também foram verificados aumentos na massa livre de gordura (2,92%), com concomitante diminuição na gordura corporal relativa (10,18%). Os autores do estudo sugerem que a estimulação provocada por 16 semanas de TP pode desencadear modificações positivas no conteúdo mineral ósseo, independentemente da idade.

De uma maneira geral, o TP é capaz de ocasionar aumentos na massa corporal magra, sem ainda estar muito claro o seu efeito em modificar a gordura corporal em homens idosos.

2.5 Envelhecimento, treinamento com pesos e força muscular

Segundo Doherty et al. (1993), em indivíduos com idade entre 60 e 81 anos, ocorre uma redução de 47% do número de unidades motoras. Este processo, juntamente com a sarcopenia, resulta em diminuições significativas dos indicadores de força muscular com o avançar da idade. As diminuições mais drásticas na força muscular ocorrem entre a sexta e a sétima década de vida (15%), podendo atingir valores de até 30% após a sétima década (ASCM, 2000). Estes dados foram confirmados por Frontera et al. (2000), que em estudo longitudinal, encontraram reduções na força muscular de 20 a 30% dos 65 a 77 anos de idade.

Uma estratégia para minimizar tais perdas em indivíduos envelhecendo é o seu envolvimento em rotinas de exercícios físicos regulares. Assim, dentre as modalidades de exercícios físicos, o TP vem merecendo a atenção de pesquisadores, uma vez que a literatura mostra a capacidade deste tipo de treinamento em diminuir e controlar muitos dos efeitos deletérios destes processos que acompanham o envelhecimento.

Chandler et al. (1998) encontraram pequenos, mas significativos, aumentos na força muscular (~11%) associados a melhorias na funcionalidade e mobilidade, sugerindo que para aumentar a capacidade funcional diária não são necessários aumentos substanciais da

força muscular. Uma pequena ativação muscular é provavelmente suficiente para reduzir a fragilidade muscular típica do idoso.

Sendo assim, Campbell et al. (1994) acompanharam a evolução da força muscular em 12 adultos idosos (8 homens e 4 mulheres) com idade entre 56 e 80 anos após 12 semanas de TP. Em todos os exercícios avaliados os ganhos de força foram significantes: supino (30,4%), flexão de pernas (91,7%), remada baixa (24,2%), extensão da perna direita e esquerda (64,3 e 65,4%). Neste estudo, apesar da amostra ser heterogênea em relação ao sexo, ficou evidente a eficiência do TP para a melhoria da força muscular em pessoas envelhecendo, independentemente do gênero.

O grupo de Lemmer et al. (2001) ao investigarem o efeito do TP durante 24 semanas, encontraram aumentos significativos nos indicadores de força muscular (avaliados pelo teste de 1-RM) em 10 homens com idade entre 65 e 75 anos em sete exercícios analisados, em que foram envolvidos grupos musculares do tronco, membros superiores e inferiores.

Apesar do estudo de Lemmer et al. (2001) ter envolvido período de treinamento relativamente longo, em um estudo anterior com características parecidas, Lemmer et al. (2000) utilizaram um período mais curto de treinamento (9 semanas) e submeteram 12 idosos com idades entre 65 e 75 anos a TP. Neste estudo também constataram aumentos significativos nos indicadores de força muscular dos músculos extensores de pernas (27%). Ainda no trabalho do grupo em 2000, os autores também acompanharam um período de destreinamento (31 semanas), e constaram que os idosos reduziram seus níveis de força em apenas 14%. Sendo assim, períodos relativamente curtos de treinamento também podem influenciar positivamente nos indicadores de ganhos de força muscular em idosos.

Interessante estudo foi recentemente desenvolvido por Melov et al. (2007). Os autores avaliaram o efeito de seis meses de TP sobre a transcrição de deterioração mitocondrial, que segundo os autores é a principal causa da sarcopenia. O treinamento foi realizado por idosos de ambos os sexos, duas vezes por semana sendo realizadas três séries de 10 repetições em 10 exercícios, tendo como intensidade 80% de 1-RM. Os autores encontraram aumentos significativos da força muscular dos idosos, além de diminuição significativa da transcrição de deterioração mitocondrial, a ponto de este comportamento ser igualado ao de jovens. Baseados nestes dados, concluíram que os seis meses de TP puderam reverter o efeito da idade sobre o envelhecimento da musculatura esquelética do grupo estudado.

Em relação ao efeito da intensidade de TP para pessoas idosas, Harris et al. (2004) investiram em programas de TP progressivos e não periodizados com duração de 18 semanas. Homens e mulheres idosos não treinados participaram do estudo e foram separados em 4 grupos: O Grupo A ($n = 17$, $71,4 \pm 4,6$ anos) executou duas séries de 15 repetições máximas (15RM); o grupo B ($n = 13$, $71,5 \pm 5,2$ anos) executou três séries de 9RM; o grupo C ($n = 17$, $69,4 \pm 4,4$ anos) executou 4 séries de 6RM; e o grupo D ($n = 14$, $72,3 \pm 5,9$ anos) foi o grupo controle. Todos os grupos experimentais realizaram duas sessões de treinamento por semana e oito exercícios em cada sessão. Os indicadores de força muscular (1-RM) foram avaliados nos oito exercícios a cada seis semanas, e revelaram que, após as seis primeiras semanas somente os grupos B e C foram significativamente mais fortes que o grupo D ($p < 0,01$). Posteriormente, nas 12^a e 18^a semanas de treinamento, todos os grupos que treinaram eram significativamente mais fortes que o grupo controle ($p < 0,01$). Assim, os autores sugerem que protocolos com diferentes cargas de treinamento (6 a 15-RM) podem aumentar os indicadores de força muscular de forma semelhante em programas com mais de 18 semanas de duração em adultos idosos sedentários.

Ainda analisando o efeito da intensidade do TP sobre os ganhos de força muscular em idosos, Fatouros et al. (2005) estudaram 52 homens saudáveis inativos, com média de idade de 71,2 anos. Após 24 semanas de treinamento o estudo prosseguiu para 48 semanas de destreinamento. Os voluntários foram divididos da seguinte maneira: Grupo baixa intensidade realizaram 14-16 repetições máximas de 50-55% de 1-RM; Grupo alta intensidade 6 a 8 repetições máximas de 80 a 85% de 1-RM e grupo controle. A avaliação da força máxima (1-RM) foi realizada a cada 4 semanas para ajuste de carga. Os grupos realizaram um total de 2-3 séries em 10 exercícios. A força nos membros superiores teve um aumento de 66% no grupo baixa intensidade e de 91% no grupo alta intensidade. Esse ganho retornou aos valores iniciais após 8 meses de destreinamento no grupo baixa intensidade. No entanto, o grupo alta intensidade após o mesmo período de destreino, não retornou aos valores iniciais de força, preservando ainda 25% dos ganhos. Já nos membros inferiores houve um aumento de 43% e 63% após o treinamento para o grupo baixa e alta intensidade, respectivamente. No grupo baixa intensidade, ocorreu uma perda de 57% até o quarto mês e total até o último mês de destreinamento. Para o grupo alta intensidade o declínio foi de 25%, 46% e 62% após 4, 8 e 12 meses de destreinamento, respectivamente. Os autores concluíram que protocolos de treinamento de alta intensidade induzem a maiores ganhos na força muscular em homens

idosos e, além disso, o treinamento de alta intensidade pode manter esses ganhos por um período mais prolongado, mesmo depois do término do treinamento.

Mediante os resultados dos estudos acima relatados, parece não haver dúvidas sobre a eficiência do TP em aumentar os níveis de força muscular em homens idosos, independente do protocolo de treinamento utilizado.

2.6 Envelhecimento, treinamento com pesos e flexibilidade

Muitos estudos apontam os benefícios do treinamento com pesos como essencial para melhoria da saúde e qualidade de vida dos idosos até em idades mais avançadas (FATOUROS et al., 2005; LEMMER et al., 2001; FIATARONE et al., 1990). No entanto, ainda faltam informações a respeito deste tipo de treinamento isolado influenciando a capacidade física flexibilidade em idosos.

A importância da flexibilidade do idoso é inegável, uma vez que baixos índices da mesma têm sido associados à maior prevalência de lesões, particularmente da coluna vertebral, bem como, à maior dificuldade em caminhar e em realizar autonomamente as tarefas diárias (ADAMS et al., 1999; NELSON et al., 2007).

Contudo, Adams et al. (2001) afirmam que o TP com realização da amplitude total de movimento e exercitando, quer os músculos agonistas ou os antagonistas melhora a flexibilidade em idosos.

Barbosa et al. (2002) encontraram aumentos significantes de 13% na flexibilidade de idosas (62-73 anos) submetidas a 10 semanas de TP avaliadas no teste sentar-e-alcançar.

Após oito semanas de TP, Gonçalves et al. (2007) ao estudarem uma amostra de ambos os sexos com média de idade de 65 anos, concluíram que a flexibilidade foi mantida ou mesmo aumentada. Neste estudo, a amostra foi composta por ambos os sexos, e o TP consistiu em três séries de 10 a 12-RM, enquanto a flexibilidade foi avaliada por flexímetro.

Quando o TP foi realizado concomitantemente com outras práticas atividades físicas, incluindo exercícios de alongamento, um estudo realizado durante período

de 58 semanas, aparentemente não foi suficiente para aumentar a flexibilidade (teste de sentar-e-alcançar) em mulheres com idade de 60 a 80 anos (REBELATTO Jr. et al., 2006).

Em um dos poucos estudos sobre o efeito do TP na flexibilidade, com a amostra composta apenas por idosos do sexo masculino e idade entre 50 e 70 anos, Girouard e Hurley (1995) não conseguiram dados conclusivos. Neste estudo, o treinamento teve duração de 10 semanas, sendo que as sessões de treinamento eram iniciadas com três minutos de aquecimento, seguidas por 13 exercícios de alongamentos, antes do TP especificamente. Logo após a realização do TP, os exercícios de alongamento eram realizados novamente. O estudo demonstrou que a flexibilidade foi aumentada significativamente, mas seus dados são limitados, uma vez que a realização dos exercícios de alongamento podem ter influenciado a especificidade e os resultados do estudo.

Com uma metodologia complementar na avaliação dos indicadores de flexibilidade, Fatouros et al. (2002) utilizando além do teste sentar-e-alcançar, os movimentos articulares de flexão, extensão adução e abdução de quadril, extensão flexão e adução de ombro, flexão de joelho e cotovelo foram avaliados pelo goniômetro, estudaram o efeito do treinamento com pesos em homens idosos (65–78 anos). O programa de treinamento teve duração de 16 semanas e foi composto de três e quatro séries de 8-10 repetições em um total de nove exercícios. A intensidade foi de 55 a 80% de 1-RM. Os autores encontraram aumentos significantes na flexibilidade no teste sentar-e-alcançar e nos movimentos articulares de flexão de cotovelo e joelho, flexão e extensão de ombro e flexão e extensão do quadril, indicando que o TP foi capaz de aumentar a flexibilidade nos idosos estudados.

Fica claro que ainda faltam informações sobre os efeitos do TP isoladamente sobre a flexibilidade em homens idosos, uma vez que os estudos que se propuseram a fazê-lo tinham amostras compostas por ambos os sexos. Além disso, os programas de treinamento propostos também eram compostos por exercícios de flexibilidade e exercícios de predomínio de metabolismo aeróbio, além dos diferentes métodos utilizados para a avaliação da capacidade flexibilidade (flexímetro, goniômetro e teste sentar-e-alcançar).

2.7 Orientações sobre programas de treinamento com pesos para idosos

Esta sessão tem como objetivo apontar as principais recomendações encontradas na literatura em relação à prescrição de TP, no caso em especial para a população em envelhecimento.

O American College of Sports Medicine (ACSM) e o American Heart Association como resultado de estudos de grupo de trabalhos liderados por Haskell (2007), assim como Nelson (2007), tiveram como objetivo atualizar as recomendações em relação a prática de atividades físicas propostas para adultos saudáveis, por estas mesmas instituições de pesquisa publicada no ano de 1995.

Especificamente para exercícios que visam melhorar a força e resistência muscular, os autores propõem a prática regular por no mínimo duas vezes na semana em dias alternados. O número de exercícios recomendados são de 8 a 10, utilizando os maiores grupos musculares, com realização de no mínimo 8 e no máximo 15 repetições em cada exercício. Contudo, nesta recomendação não estão incluídos outros componentes da carga do treino, como a intensidade, e o número de séries, que influenciará diretamente no volume. Informações a respeito dos períodos de intervalos entre as séries e exercícios também não são apresentadas. Estas carências de orientações a respeito dos componentes da carga limitaram especificamente a orientação da prescrição de TP.

No entanto, o ACSM em 1998 publicou um posicionamento oficial sobre a prática de exercícios e atividade física para pessoas idosas. Eles relatam que quando a intensidade do exercício é baixa, modestos são os aumentos na força muscular em idosos e quando o estímulo é adequado, os ganhos desta capacidade podem ser iguais aos dos jovens. Contudo, mais uma vez, faltam informações em relação aos componentes da carga de treinamento, como número de exercícios, repetições, séries (volume), frequência semanal, intensidade e intervalo entre as séries.

A recomendação que mais tem sido aceita na comunidade científica independentemente da população é o posicionamento do ACSM (2002). Esse posicionamento é caracterizado pela riqueza de detalhes para nortear a prescrição do TP, independente do objetivo do programa. Dentre os objetivos, está o aumento da força muscular, hipertrofia muscular e aumento da potência e resistência muscular. Ainda, há a distinção em relação ao nível de treinamento do praticante do treinamento - iniciantes, intermediários e avançados, seguindo os conceitos fundamentais da progressão da carga.

Nesse sentido, os componentes que podem fazer com que a carga seja aumentada são abordados: o tipo de contração muscular, a seleção dos exercícios (mono ou multi-articulares), a ordem (menores, maiores grupos musculares, além da variedade de ordens), carga (% de 1-RM), volume (número de séries e repetições), períodos de intervalos entre as séries, velocidade de execução dos exercícios e a frequência semanal.

Apesar do posicionamento do ACSM (2002) não ser direcionado para pessoas idosas, ele faz menção à esta população. Desta maneira as orientações gerais para a melhora da força e hipertrofia muscular de idosos são: realização de exercícios mono e multi-articulares, iniciando com máquinas e progredindo para pesos livres, com baixa a moderada velocidade de execução, sendo de uma a três séries de oito a 12 repetições com 60 a 80% de intensidade.

No entanto, o posicionamento do ACSM (2002), sofreu críticas de outros pesquisadores. Carpinelli et al. (2004), consideram insuficientes as informações que justificam orientações quando separadas por nível de treinamento (iniciantes, intermediários e avançados).

Seguindo linha de raciocínio parecido com o posicionamento do ACSM (2002), Bird et al., (2005) também propuseram orientações para a montagem de programas de TP, independentemente da faixa etária. Contudo, os autores não recomendam a utilização de níveis de treinamento, ou de valores relativos de 1-RM da carga a ser levantada. De uma maneira geral, as orientações de Bird et al., (2005) podem ser visualizadas na Figura 3.

Diferente do que propõe tanto o ACSM, quanto os outros posicionamentos, Bird et al. (2005) recomendam zonas alvo de números de repetições máximas, de acordo com o objetivo do programa. A carga de treinamento quando prescrito por repetições máximas, segundo os autores é maior do que a prescrita por valores percentuais de 1-RM.

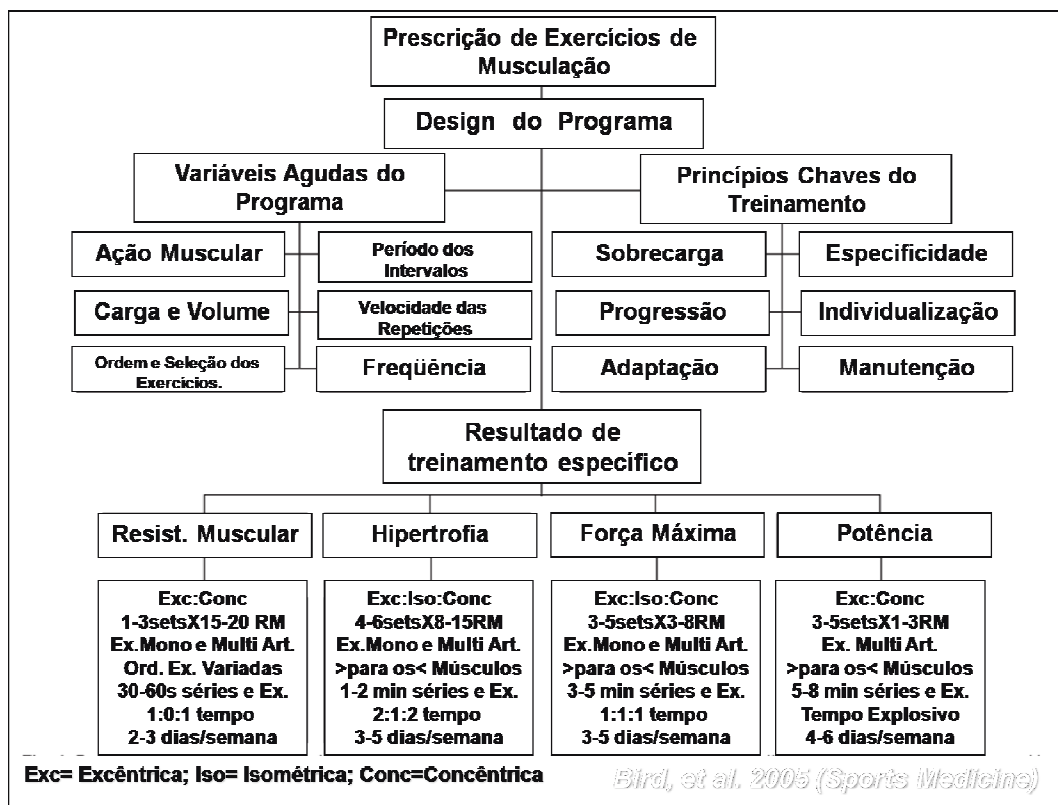


Figura 3: Proposta formal para a prescrição do TP para vários objetivos. São consideradas as variáveis agudas do treinamento, assim como os princípios chaves.

Fonte: Adaptado de BIRD et al., 2005.

Isto pode ser justificado pela falta de relação entre o percentual de 1-RM e o estresse que isso pode gerar em diferentes grupamentos musculares. O número de repetições máximas realizadas em exercícios para membros inferiores é mais alto do que para membros superiores e tronco, mesmo com os percentuais de 1-RM idênticos (HOEGER et al., 1987; SHIMANO et al., 2006; SANTOS et al., 2008).

De maneira prática, quando a prescrição do TP é realizada usando como referência valores percentuais de 1-RM, alguns grupamentos musculares podem estar sendo sub ou superestimados em relação a sua carga de treinamento.

Entretanto, ao prescrever TP para idosos, independentemente do objetivo ou da resposta esperada, o bom senso em relação ao controle das variáveis ou componentes da carga tem que prevalecer, para que não sejam cometidos equívocos. seja por carga elevada, o que potencialmente pode aumentar os riscos de lesões e outros acontecimentos, ou ainda, a carga ser débil, minimizando as adaptações e benefícios esperados com o programa de treinamento.

Sendo assim, informações adicionais a respeito do comportamento de indicadores da composição corporal, indicadores de sarcopenia, flexibilidade e força muscular, especificamente para homens idosos em resposta a diferentes frequências semanais de treinamento são necessárias e terão com certeza uma grande aplicabilidade no campo da atividade física adaptada, saúde e metodologia de treinamento.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente estudo foi analisar os efeitos de diferentes frequências semanais de treinamento com pesos (TP), observando-se as alterações dos indicadores da composição corporal e das capacidades físicas força muscular e flexibilidade de homens idosos.

3.2 Objetivos Específicos

- Verificar a influência dos diferentes programas de treinamento com pesos sobre os indicadores de composição corporal, sarcopenia, hipertrofia muscular, flexibilidade, força muscular;
- Estabelecer a relação entre as cargas de treinamento e os valores de 1-RM (força muscular) nos diferentes períodos de treinamento, exercícios e frequências de treino;
- Analisar o comportamento da progressão das cargas de treinamento com pesos (dinâmica das cargas) ao longo do período de treino com diferentes frequências semanais;

4 METODOLOGIA

4.1 Desenho Experimental

Todos os testes de avaliação funcional foram realizados nas dependências da Unidade de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, sendo o estudo previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Instituição (Parecer CEP 496/2005, Anexo A).

As avaliações foram subdivididas em diferentes sessões experimentais, de forma que, os protocolos de avaliação de uma mesma sessão não interferissem nos resultados uns dos outros. Cada sessão experimental ocorreu com um intervalo mínimo de duas horas após uma refeição leve. Nenhum dos voluntários poderia usar qualquer tipo de medicação que pudesse interferir nas respostas fisiológicas aos testes. A avaliação inicial e a reavaliação posterior foram aplicadas num mesmo período do dia, procurando-se evitar a interferência de variações circadianas. Toda a investigação foi realizada com os voluntários em condições de respiração espontânea de ar atmosférico, e quando em protocolos laboratoriais, em sala mantida a uma temperatura ambiente de 22° C.

Todas as medidas foram realizadas nos dois momentos do estudo (pré e pós 16 semanas), obedecendo a uma ordem seqüencial fixa em relação aos testes, para minimizar possíveis interferências.

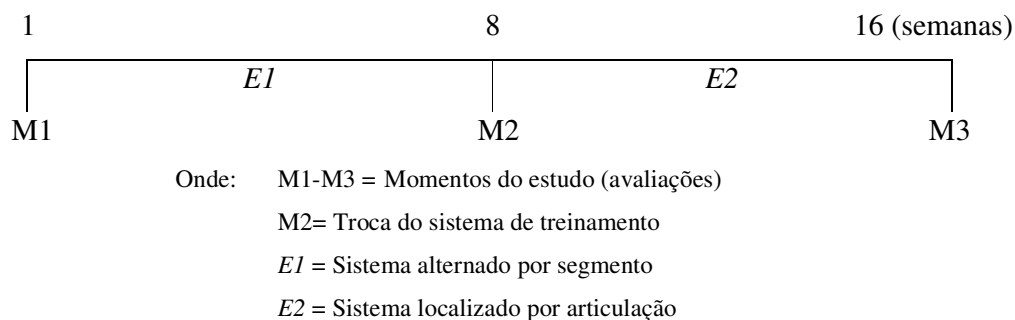


Figura 4: Desenho experimental do estudo.

4.2 Voluntários do estudo

Como critérios iniciais de inclusão, os voluntários deveriam apresentar hábitos de vida pouco ativos (frequência de atividade física regular menor que duas sessões por semana) (VOORRIPS et al., 1991) e não terem participado regularmente de nenhum programa de treinamento ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do experimento. Além disso, os indivíduos deveriam ter idade igual ou superior a 60 anos. Foram excluídos os voluntários que apresentaram na avaliação clínica e/ou nos exames laboratoriais qualquer alteração/doença ou outros fatores de risco para a prática regular de atividade física que seria proposta, tais como: doença arterial coronariana, hipertensão arterial, diabetes mellitus, doença pulmonar obstrutiva crônica, doenças ósteo-articulares limitantes, ou que estivessem utilizando qualquer medicação que interferisse nas respostas fisiológicas aos protocolos de avaliação.

Inicialmente, procedeu-se a uma divulgação do projeto por meio da mídia eletrônica e impressa, além de rádio e televisão. Com isso, recebemos aproximadamente 200 voluntários que se interessaram pelo programa de treinamento proposto, que se inscreveram por meio de contato telefônico ou via e-mail, para a pré-seleção de candidatos. A partir de uma reunião presencial, em que foram explicados os objetivos do programa, procedeu-se à exclusão de candidatos que não se enquadravam nos critérios iniciais de inclusão para o estudo, bem como, aqueles que não concordaram em participar ou não tinham disponibilidade para o treino. Com isso, passou-se para a fase das avaliações clínicas com um número de aproximadamente 50 voluntários, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Após a realização dos exames, foram detectadas algumas doenças ou limitações presentes nos critérios de exclusão, reduzindo o número de voluntários que realmente iniciariam o programa de treinamento para 45.

A partir desta amostra inicial, os voluntários foram separados aleatoriamente para participarem dos programas de treinamento propostos, sendo: grupo treinamento com pesos GT2 (n=15) e grupo treinamento com pesos GT3 (n=15). Aqueles que não foram alocados em nenhum desses dois grupos, passaram a fazer parte do GC (n=15). A manutenção do estado pouco-ativo dos voluntários deste grupo durante o período experimental foi garantida no compromisso entre as partes envolvidas e verificada no momento após as 16 semanas, quando foram chamados para as reavaliações.

Assim, dos 45 voluntários, 30 iniciaram o programa de treinamento e o GC se submeteu as avaliações iniciais. Deste total, 18 não realizaram a reavaliação ou não completaram as 16 semanas do programa de treinamento, sendo: cinco pertencentes ao GT3 e seis ao GT2 (por não atingirem o critério mínimo de 75% de frequência nas sessões de treinamento com pesos, e sete do GC (que não retornaram para as reavaliações).

Com isso, o número de participantes da amostra ao final do estudo foi distinta da inicial, e o estudo foi concluído com os seguintes números de voluntários: GT (n=10), GT2 (n=9) e GC (n=8). Nas etapas específicas do projeto todos os voluntários foram avaliados nos momentos pré e pós treinamento com pesos.

4.3 Indicadores da Composição Corporal

A avaliação da massa corporal e da estatura efetuou-se de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al. (1988), a partir da qual se determinou o índice de massa corpórea (IMC) dos indivíduos. Foram avaliadas também, medidas das circunferências de cintura, de acordo com as técnicas convencionais, descritas por Callaway et al. (1988). Os indicadores da composição corporal foram determinados pela técnica de Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA), no qual as medidas foram realizadas no equipamento da marca Lunar, modelo DPX (Lunar Radiation Corporation, Madison, Wisconsin, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro, obtendo-se a determinação da %G e GA além da MLG e conteúdo mineral ósseo (CMO). Para tanto, os voluntários foram posicionados na área de escaneamento do equipamento, de modo que a linha sagital demarcada nessa área passasse sob o centro de alguns pontos anatômicos como o crânio, a coluna vertebral, a pélvis e as pernas. Os voluntários foram medidos trajando o mínimo de vestimenta possível, sem o uso de qualquer objeto de metal que pudesse interferir nas medidas. O tempo total para cada avaliação foi em torno de 20 a 30 minutos.

A técnica do DEXA foi utilizada no presente estudo, na tentativa de obtermos mais fielmente os indicadores da composição corporal dos idosos, destacando desta forma que metodologia utilizada é considerada pela comunidade científica como “padrão-ouro” para determinação da composição corporal.

4.4 Indicador de Sarcopenia

Cálculo do Índice Relativo de Músculo Esquelético

O índice relativo de músculo esquelético (IRME) é definido pelo cálculo da massa muscular apendicular (soma da massa livre de gordura de braços e pernas) dividido pela estatura elevada ao quadrado, sendo a unidade de medida (kg/m^2), assim como o índice de massa corporal (IMC). Este é um método indireto para o acesso de indicador de sarcopenia, contudo, é considerado o método padrão-ouro para tal avaliação (BAUMGARTNER et al., 1998).

$$\text{Índice Relativo de Músculo Esquelético (Kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Massa Muscular Apendicular (kg)}}{\text{altura}^2 \text{ (m)}}$$

A massa muscular apendicular foi calculada mediante a utilização dos valores de MLG mensuradas pela técnica de DEXA, previamente descrita. Esses valores são emitidos junto ao relatório de escaneamento de corpo inteiro (Anexo D).

Para a classificação da sarcopenia o valor de corte para o IRME utilizado em homens foi de $7,26 \text{ kg}/\text{m}^2$ (BAUMGARTNER et al., 1998).

4.5 Área de Secção Transversal do Músculo (AST)

4.5.1 Ressonância Magnética

A ressonância magnética (RM) é o método de imagem que permite a melhor resolução anatômica e o maior grau de contraste entre os tecidos moles, razão pela qual é muito utilizada para o estudo do sistema músculo-esquelético (WESTBROOK e KAUT, 1998).

A alta especificidade e sensibilidade do método é fruto da obtenção de imagens de alta definição, em múltiplos planos de estudo, associada a uma grande capacidade de caracterização tecidual, contando com a vantagem de não ser invasivo (MUGLIA et al., 2001). O sinal de ressonância magnética se origina nos núcleos dos átomos. O núcleo do

hidrogênio é o mais usado nas imagens clínicas por estar presente abundantemente no corpo humano e porque seu núcleo, com apenas um próton, possui um momento magnético relativamente grande, se comportando como um pequeno ímã. Quando os prótons do hidrogênio presentes nos diferentes tecidos orgânicos, de uma determinada região do paciente, são submetidos a um campo magnético externo (B_0) de forte intensidade, eles tendem a se alinhar na direção desse campo (plano longitudinal). Alguns núcleos se alinham em sentido contrário, mas um número ligeiramente maior se alinha no mesmo sentido do campo externo. Esse discreto predomínio cria uma pequena magnetização no tecido. Para que esta pequena magnetização tissular seja medida, é preciso desviá-la para o eixo transversal, para que seu sinal seja captado por uma antena receptora. Esse desvio de direção do plano longitudinal para o plano transversal é conseguido através da aplicação de um pulso de radiofrequência (RF) (WESTBROOK e KAUT, 1998).

Logo após o desligamento do pulso de RF, o excesso de energia adquirida é transferido para o meio e a magnetização passa a crescer novamente no plano longitudinal, no qual os prótons voltam a se alinhar com o B_0 . A recuperação da magnetização longitudinal é descrita como tempo de relaxamento longitudinal ou tempo de relaxamento T1. Sendo T1 definido como o tempo necessário para que haja a recuperação de cerca de 60% da magnetização longitudinal do tecido, após a retirada de um pulso de RF. Os prótons de hidrogênio em diferentes tecidos apresentam tempos de relaxamento diferentes por causa dos diferentes ambientes macromoleculares. Alguns apresentam tempos de relaxamento curtos, como a gordura, outros apresentam tempos de relaxamento muito mais longos, como o líquido (WESTBROOK; KAUT, 1998).

Imediatamente após o pulso de RF, a magnetização transversa é máxima. Logo a seguir, os prótons se interagem com os núcleos das moléculas adjacentes e começa a haver uma defasagem entre eles. Depois de algum tempo, a magnetização transversa se torna nula. O tempo de relaxamento em T2 é definido como tempo necessário para a magnetização transversa diminuir para cerca de 37% do seu valor inicial (WESTBROOK; KAUT, 1998).

As imagens por RM correspondem ao mapeamento dos prótons de hidrogênio dos diferentes tecidos orgânicos, obtido por meio de medidas de energias processadas por um computador e traduzidas na forma de imagem digital. Neste processamento estão envolvidos os parâmetros técnicos estabelecidos pelo operador que interagem com as características específicas de cada tecido, seu tempo de relaxamento em T1, em T2 e sua densidade de prótons, que determinarão a intensidade de seu sinal (ROSENBERG; MAGALHÃES, 1993; WESTBROOK; KAUT, 1998).

Nas imagens ponderadas em T1, utilizadas neste trabalho, as estruturas com um tempo de relaxamento T1 muito curto, como a gordura (gordura subcutânea e a medula óssea) demonstra uma intensidade de sinal mais alta (sinal branco), enquanto as estruturas com tempo de relaxamento T1 longo, como as que contêm líquidos, apresentam uma intensidade de sinal baixa (sinal escuro). A intensidade do sinal do músculo normal é intermediária entre a da gordura e a do córtex ósseo. Entre os músculos existem septos que contêm uma fina camada de gordura, permitindo a individualização de grupos musculares e alguns músculos individualmente. Na sequência ponderada em T2, as imagens brilhantes estão freqüentemente relacionadas à presença de fluidos (Ex.: edema, coleções líquidas, etc.) (RIBEIRO-ROTTA et al., 2003).

Os exames foram realizados no Hospital das Clínicas da UNICAMP, no equipamento de ressonância magnética marca Elscint, modelo Prestige 2T (Israel). Foram examinados pela ressonância magnética as áreas de secção transversa de braços (ASTBr) e coxas (ASTCx) nos momentos pré e pós treinamento.

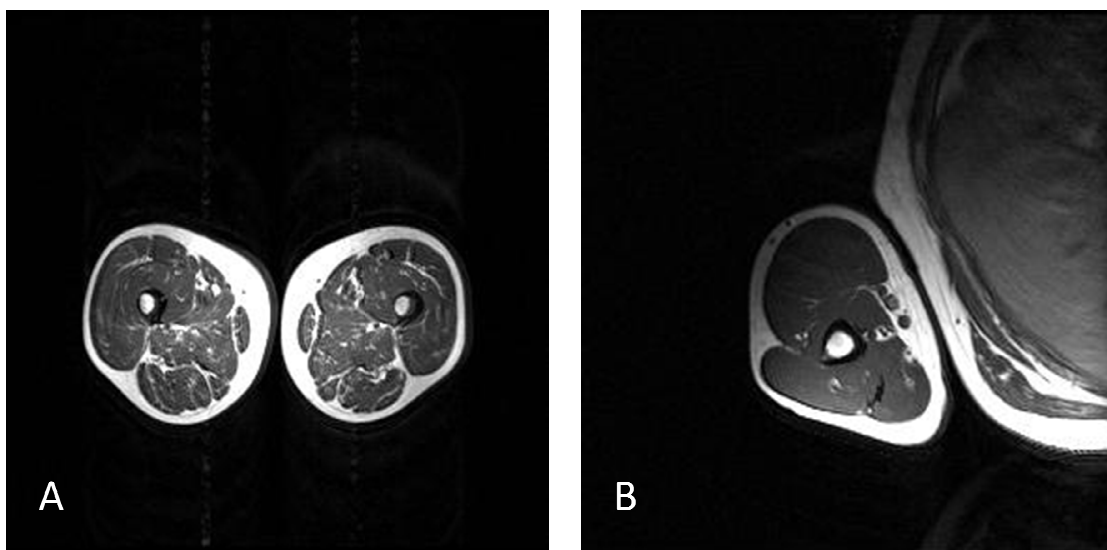


Figura 5: Imagens de área de secção transversa dos músculos da coxa (A) e braço (B) obtidas por ressonância magnética em um dos voluntários estudados.

As imagens axiais para o estudo das dimensões dos músculos foram ponderadas em T1, realizado na técnica spin-eco e sem a utilização de contraste paramagnético. Os músculos dos braços e das coxas foram estudados segundo o protocolo descrito a seguir:

a) Protocolo para o estudo dos músculos dos braços:

- 1) bobina de corpo;
- 2) imagem ponderada em T1: TR = 750ms; TE = 20ms;
- 3) tamanho da matriz: 330x290;
- 4) FOV: variável de acordo com o tamanho do braço de cada indivíduo;
- 5) início do exame: epífise proximal do úmero;
- 6) espessura dos cortes: 6 mm;
- 7) número de cortes: 40 cortes.

b) Protocolo para o estudo dos músculos das coxas:

- 1) bobina de corpo;
- 2) imagem ponderada em T1: TR = 750ms; TE = 20ms;
- 3) tamanho da matriz: 230 x 290;
- 4) FOV: variável de acordo com o tamanho da coxa de cada indivíduo;
- 5) início do exame: epífise proximal do fêmur;
- 6) espessura dos cortes: 8 mm;
- 7) número de cortes: 40 cortes.

Onde: FOV: “field of view” – dimensões do campo de visão; TR: tempo de repetição; TE: tempo de eco.

O tempo médio total proposto para os exames de braços e de coxas de cada indivíduo foi de 25 minutos. As imagens digitais foram transferidas do aparelho de ressonância magnética para outro computador, em que as medidas das dimensões dos músculos dos compartimentos dos braços e coxas foram calculadas utilizando-se o programa de domínio público IMAGEJ 1.33u - National Institutes of Health, USA (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>). As dimensões dos músculos foram comparadas antes e após o treinamento.

Definidos os cortes a serem utilizados para mensuração da ASTm, utilizou-se uma mesa digitalizadora para definição da área a ser calculada. O emprego do *mouse* nesse tipo de análise mostrou-se pouco confiável e por demais trabalhoso, uma vez que para a seleção de uma área eram necessários de 15 a 25 minutos, enquanto que com o uso da mesa digitalizadora tempo era reduzido para 5 a 10 minutos. Após seleção da área a ser calculada empregou-se função de cálculo de área presente no aplicativo IMAGEJ 1.33u, para maiores detalhes deste procedimento, consultar o tutorial disponível no endereço: <http://rsb.info.nih.gov/ij/docs/pdfs/examples.pdf>.

4.6 Indicadores da Força Muscular

Com relação aos protocolos de avaliação dos indicadores de força muscular, os voluntários foram avaliados nos momentos pré e pós TP. Previamente à aplicação dos testes, optamos por empregar apenas uma sessão de treino tentando reduzir os efeitos de aprendizagem da execução dos movimentos e estabelecer a reprodutibilidade dos testes nos três exercícios

A força muscular foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino, *leg press* e rosca direta de bíceps, respectivamente. O intervalo entre os exercícios foi de no mínimo cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem muito utilizados nos programas de TP de indivíduos com diferentes níveis de treinabilidade.

Cada um dos três exercícios foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições), com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa no teste de 1-RM. Os testes foram iniciados dois minutos após o aquecimento. Os indivíduos foram orientados para tentarem completar duas repetições. Caso fossem completadas duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma repetição, uma segunda tentativa foi executada após um intervalo de recuperação entre três e cinco minutos com uma carga superior (primeira possibilidade) ou inferior (segunda possibilidade) àquela empregada na tentativa anterior. Tal procedimento foi repetido novamente em uma terceira e última tentativa, caso ainda não se tivesse determinado a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível ao indivíduo completar somente

uma única repetição máxima (CLARKE, 1973), passando totalmente pelas fases de contração muscular excêntrica e concêntrica, nessa ordem.

Após três tentativas, caso ainda não fosse estabelecido o valor de 1-RM, o voluntário foi reavaliado após 48 horas.

4.7 Indicadores de Flexibilidade

Com base na análise biomecânica dos exercícios escolhidos para compor o programa de TP, e correlacionando-os com os movimentos possíveis de serem avaliados, sete movimentos articulares foram adotados dentro do protocolo de avaliação para acompanhamento e análise do comportamento da flexibilidade em medidas angulares (flexão do tronco, flexão do quadril direito (FQD) e esquerdo (FQE), flexão do joelho direito (FJD) e esquerdo (FJE) e flexão do ombro direito (FOD) e esquerdo (FOE).

Todas as medidas foram obtidas por meio de um flexímetro, cuja patente e registro pertencem ao Instituto Code de Pesquisas (Brasil), com precisão de um grau, de acordo com os procedimentos e as recomendações de Achour Jr. (1997).

Os movimentos de flexão de tronco e de ombros foram realizados na posição ortostática. No caso dos demais movimentos, optou-se pela manutenção dos voluntários deitados em uma maca devido maior facilidade de neutralizar os possíveis movimentos compensatórios. A flexibilidade foi medida ativamente e os voluntários executaram três repetições para cada movimento articular, sem aquecimento prévio. Durante a realização das medidas os indivíduos foram orientados a permanecer na posição final até que o avaliador pudesse fazer a leitura. O maior escore obtido nas três medidas, em cada movimento articular, foi adotado como valor de referência.

Durante as avaliações, o equipamento foi fixado no membro correspondente à articulação a ser avaliada por meio de um velcro. Vale destacar que um único avaliador, com experiência superior a dois anos, realizou tanto as medidas no momento pré quanto no pós-experimento. Todavia, as informações obtidas inicialmente não foram disponibilizadas para o avaliador no momento da reavaliação, na tentativa de evitar qualquer tipo de interferência que pudesse comprometer ou influenciar a qualidade dos dados.

4.8 Protocolo de treinamento com pesos

Tendo em vista o posicionamento do ACSM, 2002 e a proposta formal de Bird et al., 2005, elaborou-se o programa de TP aplicado no presente estudo, seguindo suas recomendações. O protocolo de TP foi orientado e acompanhado por profissionais de Educação Física e acadêmicos. O mesmo protocolo foi aplicado para ambos os grupos experimentais (GT2 e GT3), diferindo entre eles apenas a frequência semanal de treinamento. Esse protocolo foi dividido em duas etapas, cada qual com duração de oito semanas consecutivas. Nas duas etapas, os voluntários realizaram uma programação de TP executada em duas e três sessões semanais (GT2 e GT3, respectivamente), em dias alternados (terças e quintas-feiras ou segundas, quartas e sextas-feiras) com 60 min de duração, objetivando a melhora da resistência muscular localizada (resistência de força). Dessa maneira, o GT2 teve possibilidade máxima de 32 sessões de treinamento, enquanto o GT3 o total foi de 48 sessões. Os voluntários realizaram 10 exercícios para os principais grupos musculares (supino, puxador costas, tríceps *pulley*, rosca direta de bíceps, desenvolvimento para deltóides, cadeira extensora, mesa flexora, *leg press* horizontal, gêmeos em pé e abdominal reto), com número de três séries de 15 repetições para os membros superiores e inferiores, com pausa de aproximadamente um minuto entre as séries e os exercícios.

A carga de trabalho foi determinada de acordo com a zona alvo de repetições. A diferença entre essas etapas foi determinada pela forma de estruturação dos programas de treinamento (escolha e ordenação dos exercícios), sendo utilizada uma montagem alternada por segmento, na primeira etapa, e uma montagem localizada por articulação na segunda, procedimento esse implementado para gerar um aumento progressivo na carga além de uma quebra da homeostase no treinamento. A justificativa é que o sistema alternado por segmento permite maior tempo de descanso para a realização de exercícios dos grupos musculares da mesma articulação, ao contrário do sistema localizado por articulação.

Tanto as cargas iniciais quanto os reajustes semanais nas cargas utilizadas nos diferentes exercícios foram estabelecidos com base nos resultados obtidos mediante a aplicação de testes de peso por repetições máximas (RODRIGUES; ROCHA, 1985), garantindo um aumento progressivo da carga na tentativa da preservação das intensidades iniciais estipuladas. Os ajustes eram feitos na última série de cada exercício, na última sessão de treinamento da semana. O indivíduo era encorajado a realizar o máximo possível de repetições e a carga era redefinida de acordo com o seu desempenho, mediante a utilização do seguinte cálculo: para cada repetição ultrapassada ao número de repetições estipulado, era

aumentado 1 kg para exercícios de membros inferiores e/ou 1/2 kg para exercícios para membros superiores e tronco. Assim, as cargas utilizadas para o treinamento foram compatíveis com o número de repetições máximas estipuladas para cada exercício, seguindo o princípio da progressão de carga.

4.9 Análise Estatística

Para análise dos resultados foi empregado o pacote estatístico StatisticaTM 6.0[®] (STATSOFT INC., TULSA, OK , USA). Após constatação da normalidade (teste de *Shapiro-Wilk*) e homogeneidade (teste de *Levene*) os resultados obtidos no estudo foram agrupados em valores de média e desvio-padrão.

A verificação de eventuais diferenças entre as modificações percentuais nas variáveis analisadas em cada um dos grupos foram realizadas mediante teste de análise de variância (ANOVA) *one-way*. Análise de variância (ANOVA) *two-way* para medidas repetidas (pré e pós) foi empregado para as comparações entre os grupos (GT2 e GT3) nos diferentes momentos (pré e pós). O teste *pos hoc* de SCHEFFÉ, para comparações múltiplas, foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecido ($P < 0,05$).

Para determinar a correlação entre as cargas estipuladas das séries e os valores dos indicadores de força muscular (1-RM) foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson. Esses valores foram elevados ao quadrado (r^2) para o estabelecimento do coeficiente de determinação entre essas variáveis.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos no presente trabalho são apresentados em forma de tabelas e figuras. Apesar das comparações entre as modificações percentuais também serem apresentadas no texto, elas apenas servem como demonstração de tendências de comportamentos das variáveis, sendo valorizados efetivamente os efeitos do grupo (GR), momento (M) ou interação entre os dois (GRxM).

A Tabela 1 mostra as características iniciais dos voluntários estudados que foram separados em Grupo Controle (GC), Grupo Treinamento com Pesos – 2 sessões semanais (GT2) e Grupo Treinamento com Pesos – 3 sessões semanais (GT3).

Tabela 1. Valores médios $\pm$ desvio padrão das características iniciais dos voluntários.

Variáveis	Idade (anos)	MC (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m ²)	%G
GC (n=8)	61,75 $\pm$ 1,98	84,45 $\pm$ 13,10	172,16 $\pm$ 5,68	28,49 $\pm$ 4,32	31,75 $\pm$ 4,34
GT2 (n=9)	64,33 $\pm$ 3,39	74,45 $\pm$ 7,87	169,86 $\pm$ 4,88	25,85 $\pm$ 3,12	26,05 $\pm$ 4,27
GT3 (n=10)	64,70 $\pm$ 4,11	82,58 $\pm$ 11,63	172,45 $\pm$ 5,92	27,70 $\pm$ 3,15	31,77 $\pm$ 5,19

Não foi observada diferença significativa entre os grupos no momento inicial do estudo em nenhuma das variáveis ($P>0,05$).

5.1 Composição corporal - Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA)

Os valores dos indicadores da composição corporal obtidas pelas avaliações pré e pós treinamento por Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA) são apresentados na Tabela 2. Todas as variáveis foram analisadas por ANOVA *two way*. Nenhuma alteração significativa foi observada na MC, CMO e CC. Efeito significativo do grupo pode ser verificado na gordura corporal relativa ($P=0,015$) e na gordura absoluta ($P=0,021$). Interação entre o efeito do grupo X momento são verificados na gordura corporal relativa ($P=0,006$), MLG ($P=0,016$) e GA ($P=0,015$). Nenhuma diferença significativa entre os momentos foi encontrada nos indicadores da composição corporal ($P>0,05$) nos grupos analisados.

No entanto, após o período experimental ANOVA *one way* diferença significativa foi observada nas modificações percentuais entre o GT3 e GC na gordura corporal relativa ($P=0,023$), sendo que o GT3 teve redução de 4,73%, enquanto o GC teve aumento de 3,11%. As modificações percentuais da MLG também foram diferentes significativamente ($P=0,013$) entre o GT3 e GC (2,59% e -1,68%, respectivamente).

Tabela 2. Valores médios $\pm$ desvio padrão dos indicadores da composição corporal antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.

Grupos	MC (kg)	%G	MLG (kg)	CMO (kg)	GA (kg)	CC (cm)
GC (n=8)						
Pré	84,45 $\pm$ 13,10	31,78 $\pm$ 4,34	57,20 $\pm$ 6,33	2,92 $\pm$ 0,30	27,25 $\pm$ 7,50	102,89 $\pm$ 11,04
Pós	84,24 $\pm$ 13,48	32,74 $\pm$ 4,40	56,26 $\pm$ 6,67	2,93 $\pm$ 0,33	27,98 $\pm$ 7,68	103,56 $\pm$ 11,91
GT2 (n=9)						
Pré	74,46 $\pm$ 7,88	26,04 $\pm$ 4,27	54,97 $\pm$ 5,46	3,05 $\pm$ 0,22	19,49 $\pm$ 4,29	94,26 $\pm$ 6,80
Pós	74,36 $\pm$ 7,66	25,73 $\pm$ 3,96	55,14 $\pm$ 5,34	2,95 $\pm$ 0,27	19,21 $\pm$ 4,02	92,49 $\pm$ 7,44
GT3 (n=10)						
Pré	82,58 $\pm$ 11,63	31,77 $\pm$ 5,20	56,09 $\pm$ 6,97	3,02 $\pm$ 0,40	26,49 $\pm$ 6,43	103,43 $\pm$ 10,68
Pós	82,68 $\pm$ 11,30	30,17 $\pm$ 4,70	57,53 $\pm$ 7,02	3,00 $\pm$ 0,36	25,15 $\pm$ 5,94	101,55 $\pm$ 9,44
Valor do <i>F</i>						
Grupo (GR)	2,07	5,01*	0,22	0,15	4,54*	2,95
Momento (M)	0,04	1,14	0,52	2,33	1,21	2,81
GR X M	0,07	6,29**	4,97*	1,80	5,01*	1,90

Onde: MC = massa corporal; %G=gordura corporal relativa; MLG = massa livre de gordura; CMO=conteúdo mineral ósseo; GA =gordura absoluta; CC=circunferência de cintura.*0,01 $\leq$ P < 0,05 ou ** P < 0,01.

Apesar do efeito significativo da interação Grupo X Momento ($F=4,95$, $P < 0,05$), o TP não ocasionou modificações significantes no índice relativo músculo esquelético em nenhum dos grupos estudados após 16 semanas experimentais (Figura 6).

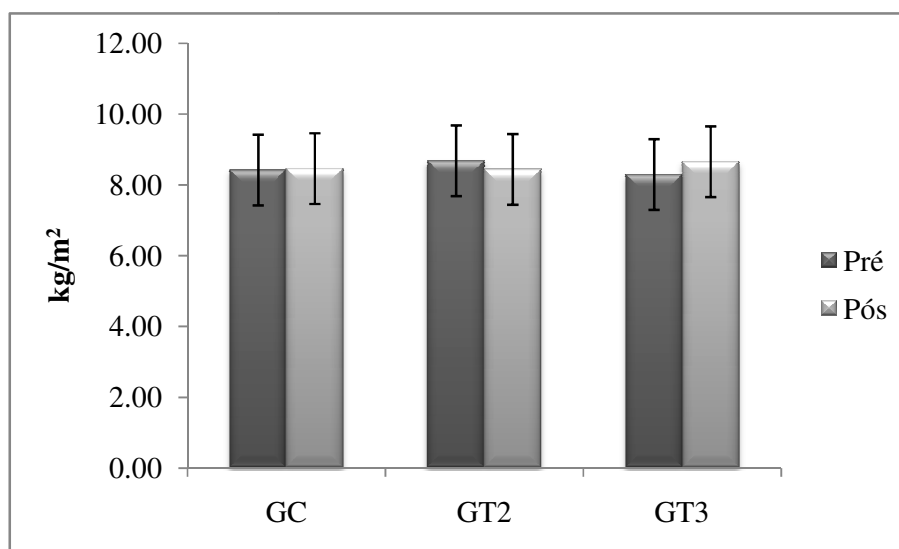


Figura 6. Valores médios $\pm$ desvio padrão do índice relativo músculo esquelético antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.

5.2 Hipertrofia Muscular – Imagens de Ressonância Magnética

A análise da área de secção transversal dos músculos do braço (ASTBr) e da coxa (ASTCx) mensurados por imagens de ressonância magnética antes e após o programa de TP são apresentadas na Tabela 3 e analisadas por ANOVA *two way*.

Efeito do momento ($P=0,006$) e da interação grupo X momento ($P=0,001$) foram observados na variável ASTBr. Aumentos significantes aconteceram nesta variável após o programa de TP ($P=0,005$) apenas no GT3. Diferenças significantes foram observadas nas modificações percentuais entre o GT3 (9,04%) e GC (-2,40%) na ASTBr ($P<0,005$). Nenhum efeito foi verificado na ASTCx, apesar das modificações percentuais (aumentos) dos

grupos experimentais terem sido diferentes significativamente em relação ao GC ($P<0,05$), sendo GC (-3,47%), GT2 (3,94%) e GT3 (4,22%).

Tabela 3. Valores médios $\pm$ desvio padrão dos indicadores de hipertrofia muscular antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.

Grupos	GC (n=8)	GT2 (n=9)	GT3 (n=10)	Valor do F	
ASTBr (cm^2)				Grupo (GR)	1,66
Pré	51,78 $\pm$ 2,62	56,18 $\pm$ 2,47	50,69 $\pm$ 2,47	Momento (M)	9,32**
Pós	50,44 $\pm$ 2,47	58,15 $\pm$ 2,33	55,23 $\pm$ 2,33†	GR X M	8,86**
ASTCx (cm^2)				Grupo (GR)	0,19
Pré	168,53 $\pm$ 17,23	158,53 $\pm$ 6,64	163,67 $\pm$ 6,30	Momento (M)	1,91
Pós	162,90 $\pm$ 7,78	164,57 $\pm$ 7,34	170,54 $\pm$ 6,93	GR X M	0,50

Onde: ** $P < 0,01$. †Diferenças significantes entre os momentos pré e pós para o mesmo grupo;

5.3 Indicadores de Força Muscular (1-RM)

Os indicadores de força muscular (1-RM) foram analisados por ANOVA *two way* e são mostrados na Tabela 4. Efeito do grupo ocorreu nos exercícios supino ($P<0,005$), *leg press* ($P<0,02$) e carga total levantada (Σ supino, *leg press* e rosca direta) ($P<0,01$). Efeito do momento foi observado em todos os exercícios analisados ($P<0,001$). Interação significativa entre os efeitos grupo X momento foi observada nos exercícios supino e rosca direta ($P<0,001$) e carga total levantada ($P<0,01$). Aumentos significantes foram observados nos exercícios supino, rosca direta e carga total levantada para o GT2 ($P<0,001$) e GT3 ($P < 0,001$). Somente o GT3 teve o valor do teste de 1-RM no exercício *leg press* aumentado após o período experimental (30,16%).

Tabela 4. Valores médios $\pm$ desvio padrão dos indicadores de força muscular antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.

Grupos	Supino (kg)	<i>Leg Press</i> (kg)	Rosca Direta (kg)	Carga Total (kg)
GC (n=8)				
Pré	68,63 $\pm$ 11,62	146,25 $\pm$ 25,06	30,50 $\pm$ 4,24	245,37 $\pm$ 36,70
Pós	65,75 $\pm$ 10,29	160,25 $\pm$ 15,29	29,75 $\pm$ 3,77	255,75 $\pm$ 23,02
GT2 (n=9)				
Pré	80,50 $\pm$ 19,17	169,22 $\pm$ 11,04	29,67 $\pm$ 3,67	279,39 $\pm$ 27,83
Pós	103,12 $\pm$ 17,65†	198,00 $\pm$ 33,12	35,00 $\pm$ 4,03†	336,12 $\pm$ 43,53†
GT3 (n=10)				
Pré	63,40 $\pm$ 10,44	151,90 $\pm$ 15,66	29,80 $\pm$ 3,82	245,10 $\pm$ 25,17
Pós	89,30 $\pm$ 12,26†	197,70 $\pm$ 34,35†	34,40 $\pm$ 4,40†	321,40 $\pm$ 49,72†
Valor do <i>F</i>				
Grupo (GR)	7,50**	4,97*	0,78	6,60*
Momento (M)	79,76**	31,65**	31,51**	61,56**
GR X M	27,16**	3,08	11,47**	10,00**

Onde: * $0,01 \leq P < 0,05$ ou ** $P < 0,01$. †Diferenças significantes entre os momentos pré e pós para o mesmo grupo; ^a Diferença significativa ($P < 0,05$) entre os percentuais de mudança em relação ao GC.

Diferenças significantes foram observadas nas modificações percentuais do GC em relação ao GT2 e GT3 nos exercícios supino e rosca direta. No exercício supino o GC teve redução de 2,27% contra o aumento de 30,99% para o GT2 e 41,96 para o GT3 ($P < 0,000$). Comportamento parecido foi encontrado no exercício rosca direta ($P < 0,05$), em que as modificações foram de -1,84%, 18,59% e 15,84%, para GC, GT2 e GT3, respectivamente. Não houve diferença nas modificações percentuais no exercício *leg press* ($P > 0,05$) entre os três grupos.

A Figura 7, apresenta as modificações na carga total levantada relativa a massa corporal (soma 1-RM supino, *leg press* e rosca direta /MC). A ANOVA *two way* mostrou efeito do grupo, momento e grupo X momento, sendo todos $P < 0,001$. Esses efeitos representaram aumentos significantes de 13,63% ($P < 0,001$) e 16,42% ($P < 0,001$), respectivamente para o GT2 e GT3.

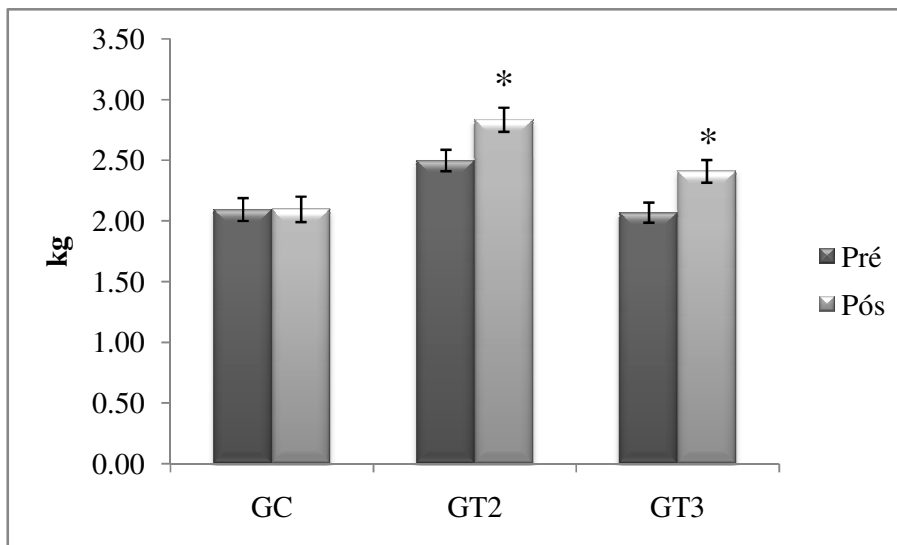


Figura 7. Valores médios $\pm$ desvio padrão das modificações na carga total levantada relativa a massa corporal (CTR) antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados. *Pós $\neq$ Pré ($P < 0,001$).

A evolução da carga de treinamento no exercício supino é apresentada na Figura 8. A ANOVA *two way* mostrou efeito significativo do momento no decorrer das 16 semanas de treinamento ($F=88,68$; $P < 0,001$).

Como observado na Figura 8, uma maior evolução das cargas no exercício supino pode ser verificada no GT3, durante as primeiras 9 semanas, com tendência a estabilização nas semanas subseqüentes.

Já para o GT2 a estabilização tende a ocorrer já a partir da quinta semana de treinamento. Partindo da carga inicial, aumentos significantes já ocorrem na quarta ($P < 0,02$) e quinta semana ($P < 0,02$), respectivamente para o GT2 e GT3.

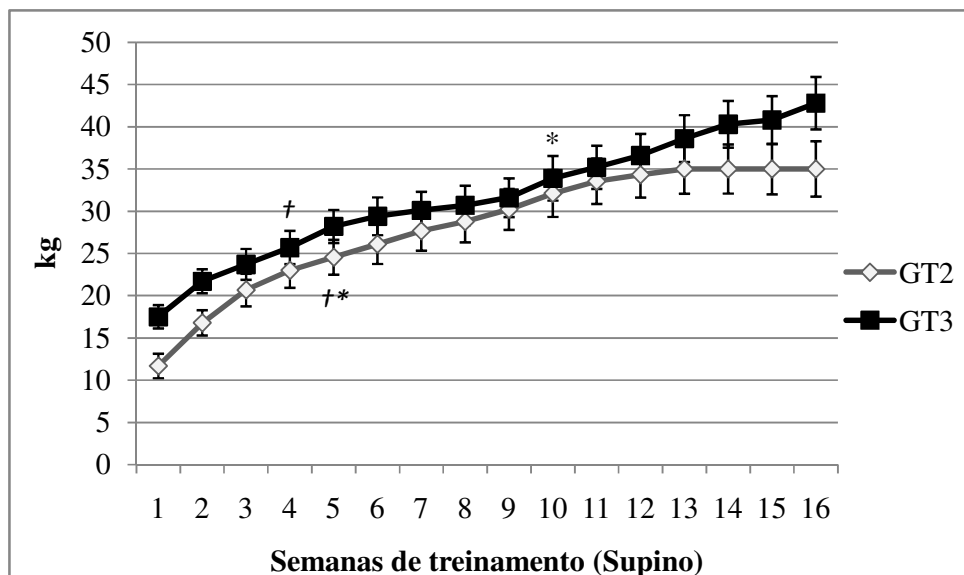


Figura 8. Evolução da carga (kg) de treinamento para o exercício supino durante as 16 semanas ($\dagger \neq$ semana 1; $*$ = semana onde ocorreu a estabilização da carga de treinamento).

Já para a carga de treinamento no exercício *leg press* houve efeito significativo do momento (semanas de TP) ($F=118,60$; $P<0,0001$) e da interação grupo X momento ($F=2,90$; $P<0,001$).

Aumentos significativos da carga de treinamento foram observados na quinta e quarta semana de TP, respectivamente para o GT2 ($P<0,001$) e GT3 ($P<0,05$) (Figura 9).

Os dois grupos apresentaram comportamento parecido na evolução da carga no *leg press* durante as semanas iniciais do estudo, com estabilização aparente da carga levantada por volta da sexta e/ou sétima semana.

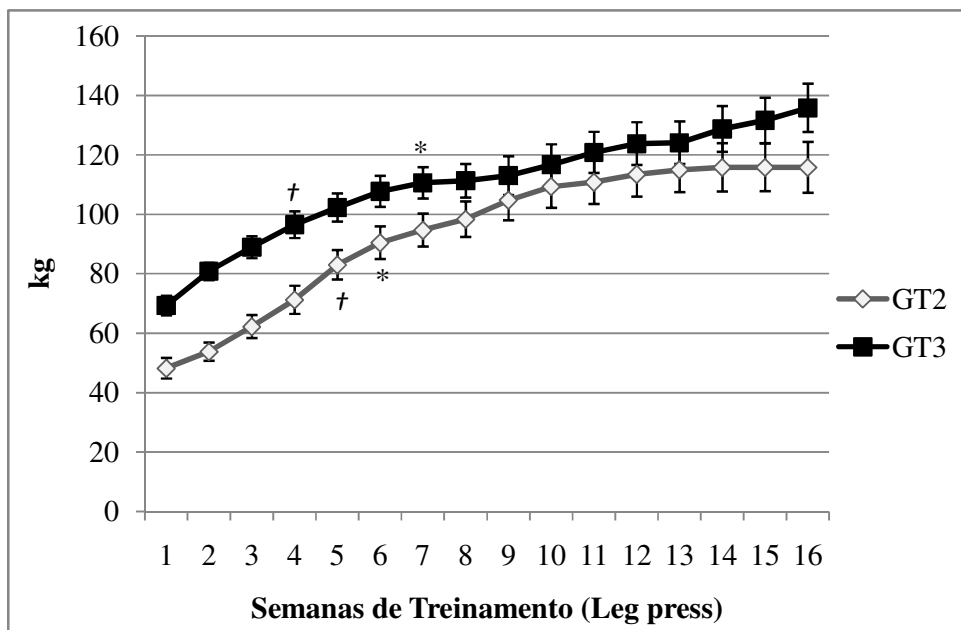


Figura 9. Evolução da carga (kg) de treinamento para o exercício *leg press* durante as 16 semanas (†≠semana 1; *=semana onde ocorreu a estabilização da carga de treinamento).

A Figura 10 mostra o comportamento da evolução da carga de treinamento no exercício rosca direta durante as 16 semanas de TP. Efeito significativo do grupo ($F=6,63$; $P<0,02$) e momento ($F=97,85$; $P<0,001$), sendo que ambos os grupos aumentaram significativamente seus valores já na terceira semana de treinamento (GT2= $P<0,001$; GT3= $P<0,01$).

A evolução da carga analisada por ANOVA *two way*, mostrou estabilização a partir da nona semana de treinamento para o GT3, enquanto o GT2 isso ocorreu já na quarta semana de TP.

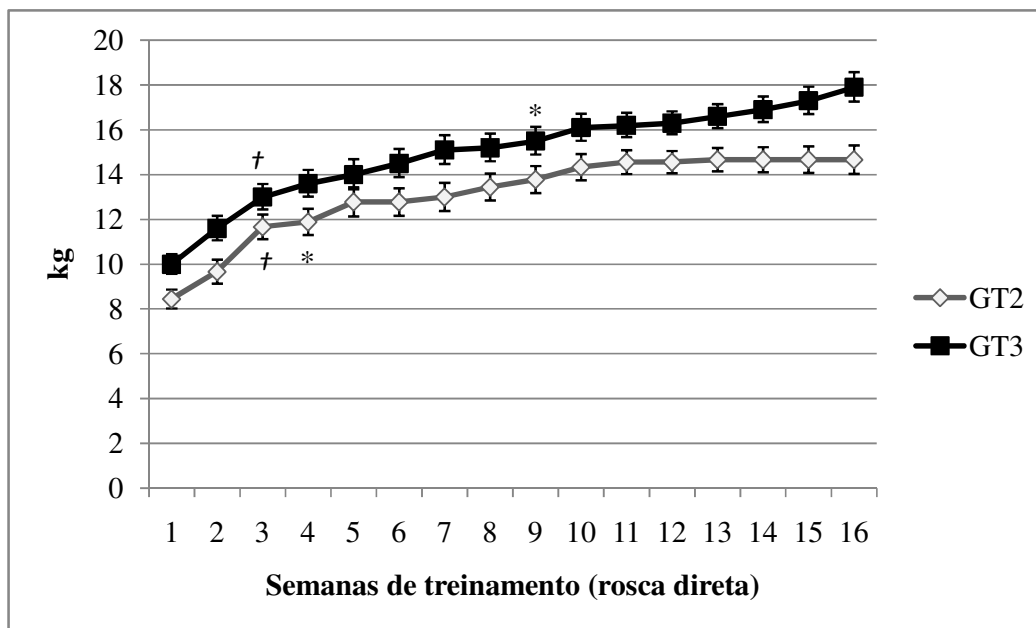


Figura 10. Evolução da carga (kg) de treinamento para o exercício rosca direta durante as 16 semanas (†≠semana 1;*=semana onde ocorreu a estabilização da carga de treinamento).

Em nenhum dos exercícios em que a evolução da carga de treinamento foi acompanhada foi verificada diferença estatisticamente significativa entre os grupos na 16ª semana de treinamento ($P>0,05$)

As correlações (*Pearson*) e o coeficiente de determinação (r^2) entre a carga levantada nos testes de 1-RM (supino, *leg press* e rosca direta) com a carga fixa levantada durante as múltiplas séries nas sessões de treinamento são apresentadas nas Tabelas 4, 5 e 6. Foi adotada como a carga levantada no momento pré para as múltiplas séries, a carga correspondente a segunda semana de treinamento, uma vez que a carga da primeira semana era subjetiva.

Também são apresentados os valores percentuais que representam as cargas levantadas nos exercícios durante o treinamento em relação aos valores de 1-RM correspondentes.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos no GT2. Nenhuma correlação significativa foi verificada entre as variáveis analisadas ($P>0,05$). Nenhum dos exercícios, seja no momento pré ou pós, atingiu 60% de 1-RM nas execuções durante as sessões de treinamento.

Tabela 5. Relações da carga levantada nas sessões de treinamento com os resultados dos indicadores de força muscular (1-RM) para o GT2.

Momento	Supino			Leg Press			Rosca Direta		
	r	r^2	%1-RM	r	r^2	%1-RM	r	r^2	%1-RM
Pré	0,66	43%	21%	0,42	18%	31%	0,55	30%	32%
Pós	0,58	34%	34%	0,29	8,5%	58%	0,61	37%	42%

Onde: * $P < 0,05$; r= coeficiente de correlação de Pearson; r^2 =coeficiente de determinação.

Para o GT3 relações significantes foram verificadas entre as cargas levantadas nas sessões de treinamento e os valores de 1-RM nos exercícios supino pré e pós, *leg press* pós e rosca direta pós ($P > 0,05$). Somente o exercício *leg press* no momento pós, atingiu valores percentuais de 1-RM acima de 60% (Tabela 6).

Tabela 6. Relações da carga levantada nas sessões de treinamento com os resultados dos indicadores de força muscular (1-RM) para o GT3.

Momento	Supino			Leg Press			Rosca Direta		
	r	r^2	%1-RM	r	r^2	%1-RM	r	r^2	%1-RM
Pré	0,66*	43%	34%	0,34	11,5%	53%	0,60	36%	39%
Pós	0,79*	62%	48%	0,73*	53%	68%	0,84*	70%	52%

Onde: * $P < 0,05$; r= coeficiente de correlação de Pearson; r^2 =coeficiente de determinação.

Quando os resultados dos grupos experimentais foram analisados independentes do número de sessões semanais de treinamento, verificou-se relações significantes entre a carga levantada nas sessões de treinamento com os valores de 1-RM, nos exercícios *leg press* no momento pós ($P < 0,05$), e rosca direta no momento pré e pós ($P < 0,05$).

Somente o exercício *leg press* no momento pós, atingiu valores percentuais de 1-RM acima de 60% (Tabela 7).

Tabela 7. Relações da carga levantada nas sessões de treinamento com os resultados dos indicadores de força muscular (1-RM) ambos os grupos experimentais.

Momento	Supino			Leg Press			Rosca Direta		
	r	r^2	%1-RM	r	r^2	%1-RM	r	r^2	%1-RM
Pré	0,17	3%	27%	-0,30	9%	43%	0,50*	25%	35%
Pós	0,37	13%	45%	0,51*	26%	67%	0,52*	27%	49%

Onde: * $P < 0,05$; r= coeficiente de correlação de Pearson; r^2 =coeficiente de determinação.

5.4 Indicadores de Flexibilidade

Os comportamentos dos indicadores de flexibilidade em diferentes movimentos são apresentados na Tabela 8. Efeito significativo do momento foi encontrado no movimento de flexão do tronco ($P < 0,05$) e flexão de quadril direito (FQD) ($P < 0,05$), contudo sem ocasionar modificações significantes entre os momentos em nenhum dos grupos.

A ANOVA *two way* mostrou que efeito da interação grupo X momento foram verificados nos movimentos flexão de quadril direito (FQD) ($P < 0,01$), flexão de quadril esquerdo (FQE) ($P < 0,01$), flexão de joelho direito (FJD) ($P < 0,05$) e flexão de ombro esquerdo (FOE) ($P < 0,001$). Aumento no indicador de flexibilidade foi observado apenas no movimento FQE no GT3 ($P < 0,05$). Contudo a comparação entre as mudanças percentuais ($\Delta\%$) dos grupos apresentaram diferenças entre os grupos que realizaram o TP (GT2 e GT3) em relação ao GC nos movimentos FQD ($F=5,16$; $P < 0,05$), FQE ($F=7,36$; $P < 0,01$) e FOE ($F=12,36$; $P < 0,001$).

Tabela 8. Valores médios $\pm$ desvio padrão dos indicadores de flexibilidade em diferentes movimentos antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) nos grupos estudados.

Grupos	Flexão Tronco	FQD	FQE	FJD	FJE	FOD	FOE
GC (n=8)							
Pré	101,88 $\pm$ 5,88	106,00 $\pm$ 3,36	106,50 $\pm$ 3,04	116,50 $\pm$ 9,15	119,75 $\pm$ 9,29	146,63 $\pm$ 12,73	148,75 $\pm$ 13,30
Pós	105,00 $\pm$ 5,50	101,75 $\pm$ 3,84	102,25 $\pm$ 4,11	122,00 $\pm$ 13,18	120,25 $\pm$ 10,36	144,50 $\pm$ 9,64	138,50 $\pm$ 14,01
$\Delta\%$	3,78	-3,66	-4,10	4,74	0,55	-1,01	-6,64
GT2 (n=9)							
Pré	105,00 $\pm$ 5,54	100,00 $\pm$ 3,16	104,66 $\pm$ 7,96	118,22 $\pm$ 10,05	112,00 $\pm$ 20,87	142,67 $\pm$ 11,31	138,33 $\pm$ 11,32
Pós	111,67 $\pm$ 5,19	106,11 $\pm$ 3,62	108,00 $\pm$ 12,18	118,67 $\pm$ 10,09	114,56 $\pm$ 17,82	143,78 $\pm$ 7,45	144,44 $\pm$ 10,78
$\Delta\%$	6,74	6,14	2,94	0,47	3,28	1,12	4,63 ^a
GT3 (n=10)							
Pré	106,80 $\pm$ 5,26	98,90 $\pm$ 3,00	98,80 $\pm$ 2,72	123,50 $\pm$ 8,36	120,30 $\pm$ 8,21	138,80 $\pm$ 11,94	130,50 $\pm$ 15,99
Pós	108,5 $\pm$ 4,92	108,20 $\pm$ 3,43	108,90 $\pm$ 3,68 [†]	117,30 $\pm$ 6,78	118,00 $\pm$ 9,39	146,60 $\pm$ 8,97	145,60 $\pm$ 19,05
$\Delta\%$	1,98	9,69 ^a	10,61 ^a	-4,75	-1,66	5,89	11,74 ^a
Valor do <i>F</i>							
Grupo (GR)	0,24	0,01	0,17	0,12	0,72	0,22	0,40
Momento (M)	7,16*	4,89*	3,94	0,00	0,02	1,68	2,97
GR X M	1,10	5,70**	7,19**	4,96*	0,74	2,89	11,98**

Onde: FQD=flexão de quadril direito; FQE=flexão de quadril esquerdo; FJD=flexão de joelho direito; FJE=flexão de joelho esquerdo; FOD=flexão de ombro direito; FOE=flexão de ombro esquerdo.* $0,01 \leq P < 0,05$ ou ** $P < 0,01$. [†]Diferenças significantes entre os momentos pré e pós para o mesmo grupo; ^a Diferença significativa ($P < 0,05$) entre os percentuais de mudança em relação ao GC.

6 DISCUSSÃO

Considerando a importância do conhecimento a respeito dos mecanismos que possam retardar ou diminuir a velocidade com que os processos degenerativos do envelhecimento atingem os idosos, esse trabalho tentou preencher algumas lacunas a respeito do TP como ferramenta para tal.

Essa tarefa torna-se difícil, considerando os custos e dificuldades em desenvolver pesquisas com a quantidade e qualidade das variáveis analisadas no presente estudo, além da escassez de estudos que comparam a frequência semanal de TP em idosos.

Outra dificuldade em compararmos os achados do presente estudo com outros, é o número reduzido de estudos confrontando números diferentes de frequência semanal de treinamento (DIFRANCISCO-DONOGHUE et al, 2007; TAFPE, 1999). Além disso, esses dois únicos estudos analisaram detalhadamente o comportamento de indicadores de força muscular.

Nesse sentido, a discussão dos resultados encontrados necessariamente não seguirá a ordem cronológica de apresentação das tabelas e figuras como apresentados no capítulo resultados, uma vez que as variáveis são auto-dependentes.

Vale mencionar antes da discussão dos resultados, que o GT3, devido a maior frequência semanal de treinamento, teve como resultado conseqüente, um volume total de treinamento maior que o GT2, gerando desta forma algumas dúvidas. Serão as diferenças entre os grupos são explicadas pela frequência semanal ou pelo volume semanal de treinamento?

Tendo em vista que os componentes da carga de treinamento (volume, intensidade, frequência e duração) são auto-dependentes, a opção nessa discussão recairá apenas sobre a frequência semanal de treinamento.

Assim, ao serem observados os resultados dos indicadores da composição corporal, apesar dos dois grupos não terem modificado significativamente nenhum dos componentes, é possível observar interessantes alterações após os protocolos de TP utilizados. Tanto a gordura corporal relativa, quanto a MLG as modificações percentuais do GT3 foram diferentes significativamente em relação ao GC. Especificamente em relação ao gordura corporal relativa enquanto o GC apresentou aumento de 3,11%, o GT2 e o GT3 apresentaram reduções de -0,66 e -4,73%, respectivamente. Provavelmente o maior volume de trabalho muscular pode explicar a diferença entre os grupos que realizaram o TP. O aumento de 2,59% na MLG faz com que o GT3 apresente tendência de vantagem em relação ao GT2 (0,37%) e GC (-1,68%).

No único estudo encontrado até o momento na literatura, que faz comparação entre diferentes frequências semanais de TP em idosos (1, 2, e 3 sessões/semana), com realização de três séries de oito repetições e intensidade de 60% de 1-RM (TAFEE et al., 1999), os autores encontraram aumentos na MLG nos três grupos, sem alterações significativas nos conteúdos adiposos e ósseos dos voluntários. Contudo, a amostra foi composta por homens e mulheres, o que compromete comparação direta dos resultados com o presente estudo. Além disso, os autores não justificam seus resultados, pois não os discutem, fazendo menção apenas as modificações nos indicadores de força muscular.

Os pequenos aumentos da MLG observados no presente estudo provavelmente ocorreram devido à dificuldade do aumento de síntese protéica presente em idosos (HUNTER et al., 2004). O aumento da gordura corporal relativa no GC, mesmo que pequeno, corrobora com a revisão de Hunter et al. (2004), que relata haver uma tendência ao aumento da gordura corporal relativa em indivíduos idosos, principalmente aqueles não ativos. Nesse sentido, o TP a que foram submetidos os voluntários deste estudo provocou uma redução interessante na MG e gordura corporal relativa, agindo dessa forma na prevenção de dislipidemia e da resistência à insulina (MILLER et al., 1994).

Sabe-se que a redução na GA pode melhorar o perfil lipídico, diminuindo a expressão de citocinas pró-inflamatórias como o fator de necrose tumoral (TNF- α) e a interleucina-6 (IL-6), que estão associadas ao desenvolvimento de resistência à insulina (RI) (KERN et al., 2001).

Isso é ainda reforçado pela redução da circunferência da cintura em ambos os grupos treinados, que apesar de não significativa permaneceram abaixo de 102 cm, preconizado para caracterização da síndrome metabólica (National Cholesterol Education Program (NCEP), 2001). Especificamente no caso do GT3 os valores iniciais da circunferência de cintura enquadravam o grupo como portadores de fatores de risco (103,43 cm), o que não mais se caracterizou após as 16 semanas de TP.

Em estudo realizado por Lemmer et al. (2001), 11 homens situados na faixa etária 65-75 anos e 10 entre 20-30 anos foram submetidos a 24 semanas de um programa de TP (3 sessões/semana), e avaliados a composição corporal também pelo método DEXA. Mesmo com um maior período de treinamento em relação ao nosso estudo, os autores não encontraram alterações significativas na gordura corporal relativa de ambos os grupos, apesar da taxa

metabólica de repouso (TMR) ter aumentado significativamente. Todavia, foi observado um aumento significativo na MLG dos indivíduos idosos. Esse aumento pode ter ocorrido devido ao maior período de treinamento realizado no estudo citado, quando comparado ao presente estudo.

Similarmente aos resultados que obtivemos, Hunter et al. (2001) realizaram uma pesquisa em que 36 homens e mulheres com idade acima de 60 anos foram submetidos a um programa de TP de 25 semanas com realização de três sessões semanais. Utilizando a técnica de pletismografia para avaliar a composição corporal, foi observada uma redução significativa na gordura corporal relativa dos sujeitos. No mesmo estudo, também supostamente devido ao maior período de treinamento, ocorreu um aumento significativo da MLG dos voluntários.

A comparação dos dois estudos citados acima com os dados do presente estudo, torna-se curioso, uma vez que quando as comparações entre os momentos e os grupos acontecem isoladamente, como por exemplo, o GT3 X GC apenas, o GT3 apresenta reduções significativas na gordura corporal relativa ($P=0,01$), equiparando aos achados de Hunter et al. (2001).

Considerando o aumento da área de secção transversa muscular (AST) como um indicativo de aumento da MLG e hipertrofia muscular, em um estudo clássico envolvendo o TP em idosos, Fiatarone et al. (1990) analisaram as modificações nessas variáveis em um grupo de 10 voluntários com média de idade de 90 anos. Após o programa de treinamento, com alta intensidade e duração de oito semanas, realizados três vezes por semana, os autores observaram por meio de tomografia computadorizada, aumentos estatisticamente significantes na área do quadríceps e ASTCx, entretanto sem alterações nas áreas de gordura subcutânea e intramuscular.

Sendo assim, Fiatarone et al. (1990) encontraram indicativos de aumento de musculatura e estabilidade no componente adiposo, reforçando a diversidade de resultados que ocorre em pesquisas da área. No presente estudo, a análise da ASTCx, não apresentou alterações significativas em nenhum dos grupos treinados, apesar das modificações percentuais dos grupos treinados (aumentos), terem sido maiores estatisticamente em relação ao GC. No entanto o indicativo de hipertrofia muscular é confirmado no GT3, quando analisada a ASTBr, em que foi verificado aumento significativo de 9,04%.

Em outro estudo que analisou a hipertrofia da ASTCx através de análise por tomografia computadorizada, Frontera et al. (1988), encontraram aumentos significativos de 9,8% após 12 semanas de TP com três treinos semanais. Nesse sentido, considerando o que foi discutido anteriormente, quando a MLG foi comparada isoladamente entre o GC e o GT3, e o

indicativo de hipertrofia muscular com aumento na ASTBr ocorrido no GT3, há indícios que TP realizado com frequência semanal de três sessões pode oferecer maiores adaptações hipertróficas em relação a apenas duas sessões semanais.

Campbell et al. (1994) utilizando a técnica de pesagem hidrostática e diluição de óxido de deutério (modelo tricompartimental), avaliaram a composição corporal de 8 homens e 4 mulheres entre 56 e 80 anos de idade submetidos a um programa de TP de 12 semanas realizado três sessões de TP não consecutivos por semana. Um primeiro achado interessante foi a verificação do incremento na taxa metabólica de repouso, provavelmente contribuindo para que tenha sido constatada uma significativa redução na gordura corporal relativa dos voluntários. Em relação à MLG, os autores verificaram também um aumento estatisticamente significativo em resposta ao TP aplicado, mostrando um resultado diferente do nosso estudo, que observou um aumento não significativo nesta variável da composição corporal.

Em recente estudo, Candow e Burke (2007) verificaram aumento da massa magra em homens e mulheres entre 27 e 58 anos, submetidos a um período de apenas 6 semanas de TP, contrariando os relatos da literatura, onde a massa muscular demonstra aumento mais contundente após a sexta ou sétima semana de treinamento (Phillips, 2000). Tais resultados consolidam que realmente existe uma maior facilidade de ganho de massa muscular em indivíduos mais jovens (HÄKKINEN et al., 1998).

Apesar da maioria das pesquisas encontrarem aumentos na MLG de idosos submetidos a TP, ainda se trata de um assunto controverso. Em um criterioso estudo, Hunter et al. (2004) realizaram uma revisão bibliográfica sobre os efeitos do TP em idosos. Uma interessante constatação a que chegaram os autores foi que, dentre os estudos que utilizaram biópsia muscular, não foram todos que encontraram aumento do tamanho das miofibrilas (indicador de hipertrofia muscular) dos voluntários. No entanto, por outras técnicas o aumento da MLG pode ser evidenciada e explicada pelo aumento de reservas energéticas (glicogênio muscular), caracterizando a hipertrofia sarcoplasmática.

Outro fato é que a diminuição da gordura corporal relativa tem sido atribuída, em alguns estudos, ao aumento da taxa metabólica de repouso decorrente do treinamento, e não apenas aos efeitos agudos da sessão de treino sobre o metabolismo do indivíduo.

Em artigo de revisão, Hurley et al. (2000) analisaram diversos estudos publicados sobre TP aplicado a idosos, e mostraram que na maioria deles, ocorre um aumento na

TMR dos indivíduos submetidos ao treino. Na mesma revisão, também estão presentes os dados de que a MLG sofre aumento na maioria dos estudos realizados e que a densidade mineral óssea (indicador relativo do CMO) pode aumentar ou, como observamos em nosso estudo, ao menos manter-se estável.

Também em relação á gordura corporal, é importante frisar que vem sendo pesquisado outro fator ligado ao efeito posterior do treinamento sobre o metabolismo. Trata-se do excesso de consumo de oxigênio após o exercício (EPOC) que contribui significativamente para o gasto de energia após o exercício (CAMPBELL et al., 1994). Quando aumentado o EPOC, reflete em conseqüente incremento da oxidação de ácidos graxos livres (HALTOM et al., 1999), contribuindo para a redução da gordura corporal.

Van Etten et al. (1997) acompanharam o gasto energético diário (avaliado pelo método de água duplamente marcada) provocado pelo TP, observando um aumento significativo desta variável. Como o TP gera uma necessidade de um período de recuperação após o esforço, pode assim interferir positivamente na taxa metabólica de repouso (TMR) do indivíduo.

Dessa forma, Thornton e Potteiger (2002), compararam o aumento no EPOC em dois protocolos de TP diferentes: alta e baixa intensidade. Os achados mostraram que, apesar do gasto energético após uma única sessão ter sido semelhante nos dois protocolos, o EPOC foi superior no grupo que treinou em alta intensidade. Tendo em vista que os programas de TP propostos sofriam ajustes semanais nas cargas de treinamento, a maior redução da gordura corporal relativa no GT3, pode em parte ser explicada por essa variável (EPOC). Possivelmente se o GT2 e o GT3 tivessem realizado o TP por um período maior, o efeito acumulativo do EPOC poderia reduzir os depósitos adiposos de maneira significativa. No entanto ao fazermos a comparação entre diferentes frequências semanais, o maior volume de treinamento do GT3, pode explicar sua maior redução da gordura corporal relativa, sugerindo que o GT3 ficou por período maior sobre os efeitos do EPOC.

Outra importante variável analisada neste estudo foi o CMO. Apesar da osteoporose se tratar de uma patologia com maior incidência em mulheres, homens com idade acima de 50 anos também estão suscetíveis a apresentar alguma fratura em conseqüência dessa doença. Considerando ainda que o índice de mortalidade decorrente dessas fraturas é maior no sexo masculino (FABRÍCIO et al., 2004), devemos nos atentar para as possíveis alterações que o TP pode causar no CMO dos idosos. Possivelmente esta variável seja menos sensível a

modificações rapidamente perceptíveis em idosos, do que as outras analisadas, o que nos leva a crer que um período mais extenso de treinamento talvez pudesse gerar mudanças significativas no CMO nos grupos submetidos ao TP.

Essa afirmação se justifica, uma vez que Santos et al. (2002) analisaram as modificações no CMO decorrentes de 16 semanas de TP com frequência semanal de três sessões de TP. A técnica utilizada para avaliação da composição corporal foi DEXA, porém, diferentemente de nosso estudo, participaram da pesquisa voluntários do sexo masculino adultos jovens (teoricamente não suscetíveis a osteoporose ou osteopenia). O estudo obteve como resultado um aumento significativo no CMO, além de redução na gordura corporal relativa e aumento na MLG dos sujeitos. Os autores sugeriram que o TP de 16 semanas pudesse causar modificações positivas no CMO, independentemente da idade. Em outra pesquisa desse mesmo grupo, os autores concluíram que tanto o CMO quanto a densidade mineral óssea (DMO) é maior em homens treinados com pesos, quando comparados a sedentários (SANTOS et al., 2006). Porém, no presente estudo com aplicação de um programa de TP de 16 semanas em idosos, não foi observada alterações significativas no CMO, tanto do GT2 quanto do GT3.

Stewart et al. (2005) relacionaram parâmetros interessantes em estudo realizado com indivíduos entre 55 e 75 anos. Em 6 meses de treinamento combinando TP e exercícios aeróbios (3 sessões/semana), não foram observadas alterações significativas na densidade mineral óssea. Porém, nos voluntários onde foram constatados maiores aumentos de força muscular e na massa magra, houve uma maior tendência ao aumento da massa óssea. Nesse mesmo estudo também foram observadas reduções na gordura corporal e de indicativos de síndrome metabólica nos voluntários submetidos programa de treinamento.

A falta de informações relacionadas a densidade mineral óssea (DMO) no presente estudo, pode limitar as comparações a respeito de diferentes frequências semanais de TP sobre o componente ósseo, uma vez que foi analisado apenas o CMO, pouco sensível a modificações ao menos a curto prazo.

Ainda se tratando de indicadores de composição corporal, no entanto de um indicador objetivo do efeito da redução da MLG, discussão sobre o efeito do TP com diferentes frequências semanais de treinamento sobre a sarcopenia se faz necessária.

A sarcopenia caracteriza-se por um processo de perda gradual de massa muscular esquelética e da força muscular que ocorre com o avanço da idade (BAUMGARTNER

et al., 1998 ; BORST, 2004 ; HUNTER et al., 2004 ; TAAFFE, 2006). No entanto o IRME, proposto para identificar tal fenômeno, leva em consideração apenas a MLG de membros.

Tendo em vista que ambos os grupos do presente estudo aumentaram significativamente seus indicadores de força muscular, a análise da sarcopenia apenas pelo IRME torna-se difícil, uma vez que ambos os grupos não apresentaram modificações significativas neste índice após o TP. Um dos critérios para a participação dos voluntários no presente estudo foi de que deveriam ser saudáveis e aptos a participar de um programa de TP durante o período de 16 semanas. Isso pode ser uma possível explicação para os resultados obtidos quanto ao IRME. Além disso, os voluntários do programa de TP ainda não se enquadravam como portadores de sarcopenia ($<7,26 \text{ kg/m}^2$), uma vez que esse processo começa a se instalar por volta de 40-50 anos, sendo mais evidente acima de 65 anos e acelerado em torno de 75 anos de idade (IANNUZZI-SUCICH, 2002; DI TANO et al., 2005).

Apesar de não ter ocorrido mudanças estatisticamente significantes no IRME, a comparação do percentual de modificação dos momentos pré-treinamento e pós-treinamento entre o GT2 (-2,72%) e o GT3 (4,34%) mostrou ser diferente (ANOVA *one way*). Períodos mais longos de TP poderão mostrar resultados significativamente maiores. Independente disso, segundo Di Tano et al. (2005) a melhor contramedida para essa inevitável passagem é adotar um estilo de vida ativo e melhores hábitos alimentares.

No entanto, os resultados obtidos nos dois grupos que realizaram o TP trouxeram significativos incrementos nos indicadores da força muscular, que por sua vez, influencia significativamente o processo de sarcopenia em idosos. Isso fica evidente, ao percebermos que, apesar dos grupos que treinaram não terem aumentado os indicadores de MLG, IRME e ASTCx, os valores do teste de 1-RM no exercício supino e rosca direta e carga total, teve aumentos significativos em ambos os grupos. No exercício leg press, apenas o GT3 aumentou seu valor significativamente (30,16%). A observação de efeitos do grupo e da interação grupo X momento, detectados por ANOVA *two way*, fez que quando comparado apenas o GC e GT2 isoladamente, também o GT2 tivesse seus valores aumentados significativamente (17,10%) no teste de 1-RM no exercício *leg press*.

Considerando que nenhum dos grupos teve a ASTCx aumentada significativamente, ajustes neurais podem explicar o aumento da força muscular no exercício *leg press*. Dentre esses possíveis ajustes destacam-se o aumento do recrutamento, sincronia e

freqüência de estimulação das unidades motoras, melhoria da coordenação dos grupos musculares antagonistas, com inibição de movimentos reflexos que prejudicam o movimento de ação primária (SALE, 1998). No entanto, o maior aumento percentual no valor de 1-RM verificado no GT3 no exercício *leg press* coincide com o maior aumento da ASTCx no mesmo grupo. Isto faz com que além dos ajustes neurais, processos hipertróficos também sejam causadores do aumento do indicador de força neste exercício. Vale lembrar que ambos os grupos treinamento, tiveram aumentos percentuais maiores que o GC no exercício *leg press*.

O aumento da ASTBr, em parte pode justificar o aumento dos resultados dos exercícios supino ao menos no GT3, considerando que o músculo tríceps braquial tem ação sinergista neste movimento. Em relação ao aumento significativo do teste de 1-RM no exercício rosca direta, segue a mesma direção do supino, considerando os músculos bíceps braquial e braquial, músculos de ação primária e sinergista, respectivamente neste movimento.

Desconsiderando os componentes da composição corporal e indicadores de hipertrofia muscular, a carga total levantada (Σ soma de supino, *leg press* e rosca direta) relativa a massa corporal total, mostra a efetividade do programa de TP em aumentar a força relativa, independente da freqüência semanal de treinamento (Figura 7), o que é um ponto muito positivo nessa faixa etária, em que o decréscimo da força muscular é mais acentuado e compromete a qualidade de vida desses indivíduos. Sendo assim, o aumento da força muscular, pode contribuir significativamente no combate ao processo de sarcopenia em idosos.

Em um dos raros estudos até o momento, que investigaram freqüências semanais diferentes de TP em idosos (1, 2, e 3 sessões/semana), com realização de três séries de oito repetições e intensidade de 60% de 1-RM, Taffee et al. (1999) encontraram aumentos significativos nos indicadores de força muscular em todos os grupos, quando comparados a um GC após nove semanas de treinamento. Contudo a amostra foi composta por homens e mulheres, como citado anteriormente (65 a 79 anos). Uma informação importante foi que os autores encontraram correlações significativas dos resultados dos testes de 1-RM para exercícios que envolveram membros inferiores, com a habilidade dos idosos em se levantar de uma cadeira. Os autores justificam o aumento da força muscular dos idosos que realizaram o TP apenas uma vez por semana, a grande nível de destreinamento que eles se encontravam no momento inicial do estudo.

Outro estudo que investigou o efeito da frequência semanal de TP sobre a força muscular (1-RM) em idosos foi o do grupo de DiFrancisco-Donoghue e colaboradores (2007) onde, uma única série realizada com repetições até a fadiga muscular voluntária, realizada uma vez por semana, foi igualmente efetiva quando comparada com as séries de exercícios realizadas duas vezes por semana durante 24 semanas. Os autores não encontraram diferenças significantes entre os grupos nos resultados de 1-RM em seis exercícios. Contudo nesse estudo, os voluntários realizavam apenas uma série em cada exercício até a fadiga voluntária diferentemente do que ocorreu no presente estudo.

Apesar do volume de treinamento do estudo de DiFrancisco-Donoghue et al., (2007) ter sido menor que o do presente estudo, os aumentos percentuais nos testes de 1-RM variaram entre 18 e 52%, enquanto o do presente estudo a variação foi de 13 a 42%. Lembrando que o volume de treinamento do presente estudo foi maior devido não só a diferença no número de séries, mas também a frequência semanal (2 e 3 sessões), aumentos percentuais maiores eram esperados na presente pesquisa. Contudo, os voluntários do estudo de DiFrancisco-Donoghue et al. (2007) tinham média de idade entre 65 e 79 anos e foi composto por idoso de ambos os sexos, podendo justificar a diferença entre os resultados dos estudos pela maior reserva de adaptação dos voluntários mais velhos. Vale lembrar também que os autores não relatam familiarização prévia dos voluntários com os testes, o que pode influenciar significativamente os resultados, fazendo que os dados iniciais possam ser subestimados, aumento a amplitude do momento pré vs pós (PLOUTZ-SNYDER; GIAMIS et al., 2002).

Essas limitações metodológicas podem comprometer a comparação da presente pesquisa com a dos grupos de DiFrancisco-Donoghue et al. (2007) e a de Taffee et al. (1999).

Outra variável analisada dos programas de treinamento propostos foram as cargas de treinamento utilizadas nas sessões. Essa variável se torna importante, pois pode fornecer informações valiosas, uma vez que as atividades do cotidiano dos idosos apresentam características diferentes do avaliado efetivamente nos testes de 1-RM (carga máxima em curto espaço temporal). Além disso, a análise das possíveis adaptações neurais pode ser especulada, sem a necessidade de submeter os voluntários a sessões de avaliações de 1-RM semanalmente.

Dos três exercícios analisados, os exercícios multiarticulares (supino e *leg press*) mostraram ajustes diferenciados, sendo que o GT3 obteve os aumentos significantes na carga de treinamento, uma semana anterior ao GT2. Contudo, o número de sessões de

treinamento faz com que essa diferença desapareça, pois o GT3, ao final da 4ª semana obteve 12 sessões de treinamento, enquanto o GT2 ao final 6ª semana de treinamento obteve as mesmas 12 sessões de treinamento. No entanto, no exercício monoarticular (rosca direta), ambos os grupos precisaram do mesmo número de semanas de TP (três) para aumentarem significativamente a carga de treinamento, sugerindo que os ajustes neurais, são mais sensíveis nos exercícios monoarticulares.

Considerando as semanas em que as cargas de treinamento ainda continuaram aumentando significativamente, a maior sucessão encontrada no GT3, sugere que o maior número de sessões de treinamento por semana, é mais vantajoso para o aumento da carga de treinamento, apesar de não ser observada diferença significativa entre os grupos na última semana de TP em nenhum dos exercícios. Vale lembrar que nos três exercícios, as cargas anotadas para a análise, foram as carga referente as últimas sessões de treinamento da semana, considerando os ajustes de cargas mencionado na descrição dos programas de treinamento.

A última consideração a ser feita em relação aos indicadores de força muscular, é a relação entre a carga levantada nas sessões de treinamento e o valor dos resultados dos testes de 1-RM. Tendo em vista que as intensidades dos programas adotados no presente estudo não foram prescritas por percentuais fixos de 1-RM, mas sim por zonas alvos de repetições, seguindo o recomendado por Bird et al., 2005, percebe-se que indiferentemente da frequência semanal de treinamento, as maiores intensidades (% de 1-RM), ocorreram nos momentos pós. Isto era esperado devido aos ajustes neurais provocados pelo treinamento (SALE, 1988). No entanto os maiores valores de intensidades foram verificados no exercício *leg press* nos momentos pós, variando de 58% (GT2) a 68% (GT3). As maiores correlações (significativas) encontradas no GT3, corroboram os achados das figuras da evolução das cargas, sugerindo que o maior número de sessões semanais, provoca intensidade maior de treinamento, elevando ou prolongando os ajustes neurais.

Tomando como referência as recomendações do ACSM (2002) e Bird et al. (2005) uma discussão vem a tona. Pelo recomendado por Bird et al., (2005) o número de séries/repetições propostos, seriam para a obtenção de respostas hipertróficas, lembrando que estes autores não consideram como intensidade percentuais de 1-RM. Já pelas recomendações do ACSM (2002), três séries de 15 repetições teriam como objetivo o aumento da resistência

muscular. Mas os percentuais de 1-RM efetivamente treinados no caso do exercício *leg press* no GT3, teriam como objetivo tanto o aumento da resistência muscular como a hipertrofia muscular.

A dúvida permanece nas recomendações do ACSM (2002), uma vez que indiferente dos objetivos recomendados, todas as orientações de intensidade, tem seus valores iniciais para indivíduos iniciantes, em 50% de 1-RM.

No presente estudo, os voluntários indiferentes da frequência semanal de treinamento, só alcançaram esse valor no exercício *leg press*. Considerando que os voluntários eram encorajados e orientados para os ajustes semanais das cargas de treinamento, a utilização do valor mínimo de intensidade estipulado pelo ACSM (50%) poderia superestimar as cargas, ocasionando desistências ao programa de treinamento. Dessa maneira, a utilização das recomendações de Bird et al. (2005), com prescrições sobre zonas alvos de treinamento, parece uma boa alternativa para minimizar erros metodológicos na prescrição de TP em idosos, além de não submeter os idosos a constantes avaliações de 1-RM, que é por demais trabalhoso e desgastante. Vale lembrar que tanto as recomendações do ACMS (2002), quanto a de Bird et al. (2005), não são específicas para idosos, necessitando do bom senso para sua utilização.

Nesse sentido, Silva et al. (2006) estudaram o efeito de 12 semanas de TP (três sessões/semanais) em idosos, sendo o TP prescrito por zonas alvo de repetições (10-12-RM). Os autores verificaram aumentos significantes nos indicadores de força muscular, sem alterações nos indicadores da composição corporal.

Outro componente da aptidão física relacionado a saúde e analisado no presente estudo, foi a flexibilidade. Acredita-se que exercícios de alongamento realizados antes da prática de atividades físicas são considerados preventivos as lesões, sendo recomendados por profissionais da área de Educação Física, tanto para atletas de alto nível e praticantes de esportes de modo recreacional, quanto para a manutenção da autonomia em pessoas idosas.

Partindo-se do pressuposto que um aquecimento adequado possibilita ao indivíduo respostas fisiológicas favoráveis em termos de performance (HEDRICK, 1992), em nosso estudo, tentando não ter influência qualquer do aquecimento, os voluntários envolvidos foram orientados a não realizar aquecimento antes das sessões de treinamento e nem anteriormente as sessões de avaliação da flexibilidade. Isso para que pudéssemos ter resultados mais fidedignos quanto à amplitude do movimento analisado.

Considerando que pessoas sedentárias e que já se encontram no processo de envelhecimento, como é o caso da amostra deste estudo, tem uma tendência natural à diminuição da flexibilidade, e que o aumento desta capacidade está diretamente relacionado com a sua utilização (FATOUROS, 2002; HURLEY; ROTH, 2000), exercícios físicos utilizados adequadamente poderiam ser úteis no sentido de melhora deste componente.

No presente estudo, apesar de não significativas, foram encontradas tendências de aumentos da flexibilidade quase na totalidade dos movimentos analisados nos grupos que realizaram o TP. Vale mencionar a redução não significativa de 4,75% no movimento de FJD no GT3.

Apenas o movimento de FQE do GT3 teve aumento significativo de 10 graus após o TP (10,61%). A redução (não significativa) dos indicadores de flexibilidade do GC em quatro movimentos após as 16 semanas destaca a importância do TP, principalmente para essa população em processo de envelhecimento.

Desta maneira, parece que o GT3 mostrou vantagem em relação ao GT2 para melhora da flexibilidade, uma vez que as alterações percentuais foram maiores significativamente que o GC nos movimentos FQD (9,69 *vs* -3,66%), FQE (10,61 *vs* -4,10%) e FOE (11,74 *vs* -6,64%).

Resultados parecidos foram observados no estudo de Cyrino et al. (2004). Esses autores estudaram o efeito de 10 semanas de TP sobre o comportamento da flexibilidade em 10 movimentos articulares avaliados pelo flexímetro em homens jovens. Eles observaram que a prática do TP pode contribuir para a preservação ou melhora dos níveis de flexibilidade nas diferentes articulações. Vale lembrar que no estudo de Cyrino et al. (2004), os voluntários encontravam-se com idade média de 23 anos e ainda não sofriam com os efeitos deletérios do envelhecimento.

Comparativamente aos achados de Cyrino et al. (2004), os nossos resultados vão ao encontro dos achados de Barbosa et. al. (2002), que verificaram a influência do TP sobre a flexibilidade de mulheres idosas sem a utilização de exercícios de alongamento prévios, concluindo que o TP, mesmo não associado a exercícios de alongamento, pode influenciar positivamente a flexibilidade de mulheres idosas (+13%). Contudo, o método utilizado no estudo de Barbosa et. al. (2002), avalia apenas a flexibilidade de uma articulação, visto que a performance no teste de sentar e alcançar, segundo Simoneau (1998) é quase que exclusivamente

determinada pela elasticidade dos músculos flexores do joelho, sendo necessária a utilização de medições específicas para cada articulação no sentido de avaliar a flexibilidade.

Fatouros et al. (2002) estudaram o efeito do TP em homens idosos (65–78 anos), após 16 semanas (três sessões/semana) com um total de nove exercícios. A intensidade foi de 55 a 80% de 1-RM e os autores encontraram aumentos significantes na flexibilidade no teste sentar-e-alcançar e nos movimentos articulares de flexão de cotovelo e joelho, flexão e extensão de ombro e flexão e extensão do quadril, indicando que o TP é capaz de aumentar a flexibilidade em idosos.

Outro trabalho referente às modificações na flexibilidade após o TP, especificamente em idosos, demonstrou aumentos significativos nos movimentos de ombro esquerdo (24%) e quadril direito e esquerdo (61 e 40%, respectivamente) em apenas oito semanas de TP (GONÇALVES; GURJÃO; GOBBI, 2007).

Pelo fato da crença que o TP ocasiona a redução da flexibilidade, esse tipo de treinamento realizado sem a execução de exercícios de alongamento, particularmente em pessoas em envelhecimento como foi o caso do presente estudo, nos leva a crer que a flexibilidade seria reduzida. Contudo esta crença não se justifica pelos nossos achados e pelo que é apresentado na literatura (BARBOSA et., 2002; GIROUARD; HURLEY, 1995).

No entanto a inserção de exercícios de alongamento as sessões de TP, pode favorecer o aumento da flexibilidade em populações mais idosas. Neste sentido, Girouard e Hurley (1995) em estudo muito interessante, analisaram os efeitos do treinamento de flexibilidade isolado (TFI) e treinamento de flexibilidade combinado ao TP (TFC) sobre a flexibilidade em uma população de homens com idades entre 50 e 70 anos por um período de 10 semanas. Os autores analisaram os movimentos de abdução de ombro, flexão de ombro e flexão de quadril (goniômetro). Aumentos significativos foram encontrados em todos os movimentos analisados do grupo TFI, enquanto o TFC não conseguiu aumento significativo apenas no movimento de flexão de quadril.

Contudo, devido ao processo degenerativo do sistema muscular que ocorre com o envelhecimento, independente da prática ou não de exercícios de alongamento, a inserção desse tipo de treinamento físico (TP) no cotidiano desses indivíduos estabilizou e até se contrapôs a tais perdas, caracterizando o TP como parte integrante dentre os recursos empregados para melhoria da qualidade de vida dessa população.

Tendo em vista a metodologia e a discussão apresentada, uma possível limitação no presente estudo foi a não homogeneidade do volume de treinamento nos dois grupos experimentais. Contudo assumindo que os volumes das sessões de treinamento foram os mesmos, a atenção concentra-se apenas no componente frequência semanal de treinamento.

Como sugestão para futuros projetos, a inserção de um número maior de frequências semanais, e/ou ainda a equiparação dos volumes semanais de treinamento com diferentes frequências semanais, podem auxiliar o entendimento de programas mais adequados de treinamento com pesos para a população em questão.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com resultados do presente estudo, é possível concluir que a princípio, diferentes frequências semanais de TP não influenciam as modificações na composição corporal e IRME. Contudo, o aumento da ASTBr ocorrido no GT3 sinaliza para possível vantagem em idosos realizar três sessões semanais de TP.

No entanto, pensando no controle da sarcopenia, o aumento dos indicadores de força muscular, mostram que ambas as frequências semanais de TP foram efetivas para tal. Analisando a progressão de carga e a intensidade relativa das cargas de treinamento, o GT3 parece obter maiores benefícios no controle desse processo.

De maneira geral, o TP independente da sua frequência semanal, pôde ocasionar a manutenção dos indicadores de flexibilidade em idosos, com aumentos percentuais maiores para o GT3.

Por fim, a realização de três sessões semanais de TP mostrou-se pouco mais efetiva para idosos. No entanto, para idosos nos quais essa frequência semanal não for possível, a realização de TP apenas duas vezes por semana poderá ocasionar benefícios similares e importantes em relação às alterações benéficas observadas para a faixa etária.

8 REFERÊNCIAS

ACHOUR JUNIOR, A. **Manual de instruções:** avaliando a flexibilidade. Londrina: Midiograf, 1997.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM) Position stand on exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 6, p. 992-1008, 1998.

_____. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n.2, p. 364–380, 2002.

_____. Current comment: exercise and the older adult. Disponível em: <http://www.acsm.org/health%2Bfitness/comments.htm>. Acesso em: 01 jun. 2005.

ADAMS, K.; O'SHEA, P.; O'SHEA, K. L. Aging: its effects on strength, power, flexibility, and bone density. **Natl Strength Cond Assoc J**, v. 21, p. 65-77, 1999.

ADAMS, K. J. Progressive strength training in sedentary older African American women. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 9, p. 1567-1576, 2001.

BARBOSA, A. R. et al. Effects of resistance training on the sit-and-reach test in elderly women, **J Strength Cond Res**, v. 16, n.1, p. 14–18, 2002.

BAUMGARTNER, R. N. et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. **Am J Epidemiol**, v. 147, n. 8, p. 755-763, 1998.

BEMBEN, M. G. et al. Age related patterns in body composition for men aged 20-79 yr. **Med Sci Sports Exerc**, v. 27, n. 2, p. 264-269, 1995.

BERMON, S.; RAMA, D.; DOLISI, C. Cardiovascular tolerance of healthy elderly subjects to weight-lifting exercises. **Med Sci Sports Exerc**. v.32, n.11, p. 1845-1848, 2000.

BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. **Sports Med**, v. 35, n. 10, p. 841-851, 2005.

BORST, S. E. Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people. **Age Ageing**, v. 33, n. 6, p. 548–555, 2004.

CALLAWAY, C. W. et al. Circumferences. In: LOHMAN, T. G. et al. **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 39-54.

CAMPBELL, W. W. et al. Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. **Am J Clin Nutr**, v. 60, n. 2, p. 167-75, 1994.

CANDOW, D. G.; BURKE, D. G. Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. **J Strength Cond Res**, v. 21, n.1, p. 204-207, 2007.

CAREY, F. R.; JUDGE, D. S. Principles of biodemography with reference to human longevity. Population: Na English Selection, v. 13, n. 1, p. 9-40, 2001.

CARVALHO, J. A. M.; GARCIA, R. A. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 725-733, 2003.

CARPINELLI, R. N.; OTTO, R. M.; WINETT, R. A. A critical analysis of the ACSM position stand on resistance training: insufficient evidence to support recommended training protocols. **JEP Online**, v. 7, n. 3, p. 1-60, 2004.

CHANDLER, J. M. et al. Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders? **Arch Phys Med Rehabil**, v. 79, n. 1, p. 24-30, 1998.

CYRINO, E. S. et al. Comportamento da flexibilidade após 10 semanas de treinamento com pesos. **Rev Bras Med Esp**, v.10, n.4, p. 233-237, 2004.

CLARKE, D. H. Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. In: WILMORE, J. H. **Exercise and Sports Sciences Reviews**. New York: Academic Press, 1973. p. 73-102.

DI TANO, G. et al. Sarcopenia: characteristics, genesis, remedies. **Sport Science for Health**, v.1, p. 69-74, 2005.

DIFRANCISCO-DONOGHUE, J. et al. Comparison of once-weekly and twice-weekly strength training in older adults. **Br J Sports Med**, v.41, p. 19-22, 2007.

DOHERTY, T. J. Invited Review: Aging and Sarcopenia. **J Appl Physiol**, v. 95, p. 1717-1727, 2003.

_____. et al. Effects of motor unit losses on strength in older men and women. **J Appl Physiol**, v. 74, n. 2, p. 868-874, 1993.

DORNAS, W. C. et al. Efeitos adversos do abuso de esteróides anabólicos sobre o sistema cardiovascular. **Rev Bras Farm**, v.9, n.3, p.259-263, 2008.

DUTTA, C.; HADLEY, E. C. The significance of sarcopenia in old age. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 50, p. 1-4, 1995.

FABRÍCIO, S. C. C. et al. Causas e conseqüências de quedas de idosos atendidos em hospital público. **Rev Saúde Pública**, v. 38, n.1, p. 93-99, 2004.

FATOUROS, I. G. et al. The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. **Int J Sports Med**, v. 23, n. 2, p. 112- 119, 2002.

_____. et al. Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. **Br J Sports Med**, v. 39, p. 776-780, 2005.

FIATARONE, M. A. et al. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. **JAMA**, v. 263, n. 22, p. 3029-3034, 1990.

FERMINO, R. C. et al. Efeitos genéticos e ambientais nos indicadores da composição corporal. uma revisão centrada em estudos de agregação familiar. **Rev. Bras.Cineantropom. Desempenho Hum**, v.9, n4, p.414-423, 2007.

FLEGAL, K. M. et al. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999–2000. **JAMA**, v. 288, n. 14, p. 1723–1727, 2002.

FRONTERA, W. R. et al. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. **J Appl Physiol**, v.64, n.3, p.1038-1044, 1988.

_____. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **J Appl Physiol**, v. 88, n. 4, p. 1321–1326, 2000.

GAVA, A. A.; ZANONI, J. N. Envelhecimento celular. **Arq Ciênc Saúde Unipar**, v.9, n.1, p.41-46, 2005.

GALLAGHER, D. et al. Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. **J Appl Physiol**, v. 83, n. 1, p. 229-239, 1997.

GIATTI, L.; BARRETO, S. M. Saúde, trabalho e envelhecimento no Brasil. **Cad Saúde Pública**, v. 19, n. 3, p. 759-771, 2003.

GIROUARD, C. K.; HURLEY, B. F. Does strength training inhibit gains in range of motion from flexibility training in older adults? **Med Sci Sports Exerc**, v. 27, n. 10, p. 1444–1449, 1995.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELLI, R. **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 3-8.

GONÇALVES, R.; GURJÃO, A. L. D.; GOBBI, S. Efeitos de oito semanas do treinamento de força na flexibilidade de idosos. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 9, n. 2, p. 145-153, 2007.

HÄKKINEN K. et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **J Appl Physiol**, v.84, n. 4, p. 1341-1349, 1998.

HALTOM, R. W. et al. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. **Med Sci Sports Exerc**, v.31, n. 11, p.1613-1618. 1999.

HARRIS C. et al. The effect of resistance-training intensity on strength-gain response in the older adult. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 4, p. 833-838, 2004.

HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 39, p. 1423-1434, 2007.

HASS, C. J.; FEIGENBAUM, M. S.; FRANKLIN, B. A. Prescription of Resistance Training for Healthy Populations. **Sports Med**, v. 31, n. 14, p. 953-964, 2001.

HEDRICK, A. Physiological responses to warm-up. **Nat Strength Cond Assoc J**, v.14, n.5, p. 25-27, 1992.

HOEGER, W. K. H. et al. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. **J Appl Sport Sci Res**, v. 1, n. 1, p. 11-13, 1987.

HUNTER, G. R. et al. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 10, p. 1759-1764, 2001.

HUNTER, G. R; MCCARTHY, J. P; BAMMAN, M. M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Med**, v. 34, n. 5, p. 329-348, 2004.

HURLEY, B. F.; ROTH, S. M. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. **Sports Med**, v.20, n. 4, p. 249-268, 2000.

IANNUZZI-SUCICH, M.; PRESTWOOD, K. M. ; KENNY, A. M. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 57, n. 12, p.772-777, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Perfil dos idosos responsáveis pelos domicílios**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/25072002pidoso.shtm>>. Acesso em: 05 mai. 2005.

_____. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050: revisão 2004**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/metodologia.pdf>. Acesso em: 8 out 2008.

KERN, P. A. et al. Adipose tissue tumor necrosis factor and interleukin-6 expression in human obesity and insulin resistance. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v.280, n.05, p.E745-E751, 2001.

KOWALSKI, S. C.; SJENZFELD, V. L.; FERRAZ, M. B. Utilização de recursos e custos em osteoporose. **Rev Assoc Med Bras**, v. 47, n. 04, p.352-357, 2001.

KYLE, U. G. et al. Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. **Nutrition**, v. 20, n. 3, p. 255–260, 2004.

LEE W. S. et al. Age-associated decrease of type IIA/B human skeletal muscle fibers. **Clin Orthop Relat Res**, v.450, p. 231-237, 2006.

LEMMER, T. J. et al. Age and gender responses to strength training and detraining. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 8, p. 1505-1512, 2000.

_____. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 4, p. 532-541, 2001.

MADDALOZZO, G. F.; SNOW, C. M. High Intensity Resistance Training: Effects on Bone in Older Men and Women. **Calcif Tissue Int**, v. 66, n. 6, p. 399–404, 2000.

MEKA, N. et al. Endurance exercise and resistance training in cardiovascular disease. **Ther Adv Cardiovasc Dis**. V.2, n.2, p. 115-121, 2008.

MELOV, S. et al. Resistance exercise reverses aging in human skeletal muscle. **PLoS ONE**, v. 2, n. 5, p. e465, 2007.

MILLER, J. P. et al. Strength training increases insulin action in healthy 50-65 year old men. **J Appl Physiol**, v. 77, p. 1122-1127, 1994.

MOKDAD, A. H. et al. The spread of the obesity epidemic in the United States, 1991–1998. **JAMA**, v. 282, n. 16, p. 1519 –1522, 1999.

MUGLIA, V. F. et al. Erros comuns de interpretação de ressonância magnética de joelho: como reconhecê-los e evitá-los. **Radiol Bras**, v. 34, n. 03, p. 161-166, 2001.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP). Executive summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). **JAMA**. 2001; 285: 2486–97.

NELSON, M. E. et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Med Sci Sports Exerc**. 39(8):1435-1445, 2007.

PHILLIPS, S. Short-term training: when do repeated bouts of resistance exercise become training? **Can J Appl Physiol**, v. 25, n.3, p.185-93, 2000.

PLOUTZ-SNYDER, L.L; GIAMIS, E. L. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. **J Strength Cond Res**, v.15, n. 4, p. 519-23, 2001.

PROCTOR, D. N. et al. Relative influence of physical activity, muscle mass and strength on bone density. **Osteoporos Int**, v. 11, n. 11, p. 944-952, 2000.

REBELATTO, J. R. et al. Influência de um programa de atividade física de longa duração sobre a força muscular manual e a flexibilidade corporal de mulheres idosas. **Rev Bras Fisioter**, v. 10, n. 1, p. 127-132, 2006.

RIBEIRO-ROTTA, R. F. et al. O papel da ressonância magnética no diagnóstico do adenoma pleomórfico: revisão da literatura e relato de casos. **Rev Bras Otorrinolaringol**, v. 69, n.5, p. 699-707, 2003.

RODRIGUES, C.; C.; ROCHA, P. E. C. P. **Musculação: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Sprint, 1985.

ROSENBERG, L. A. R.; MAGALHÃES, A. C. A. Ressonância magnética. In: DANIL,R;
CASTRO, L. P. **Gastroenterologia clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 134-140.

RYA, A. S. et al. Regional bone mineral density after resistive training in young and older men and women. **Scand J Med Sci Sports**, v. 14, n. 1, p. 16-23, 2004.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Med Sci Sports Exerc**, v.20, sup.5, p. S135-45, 1988.

SANTOS, C. F. et al. Modificações no conteúdo mineral ósseo após 16 semanas de treinamento com pesos. **Rev Bras Ciên Mov**, v. 10, n. 4, p. 89, 2002.

_____. et al. Treinamento com pesos em homens de meia idade: relações entre numero de repetições máximas em diferentes percentuais de 1-RM, 2008. (*In press*)

SANTOS, E. F. et al. Comparação de indicadores do tecido ósseo entre dois grupos de adultos jovens praticantes de treinamento com pesos e sedentários. **Rev Bras Med**, v. 63, n. 8, p. 371-376, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA (SBGG). **Osteoporose**. Disponível em: <<http://www.sbgg.org.br/publico/artigos/osteoporose.htm>> Acesso em: 01 jun. 2005.

SCHWAB, P.; KLEIN, R. F. Nonpharmacological approaches to improve bone health and reduce osteoporosis. **Curr Opin Rheumatol**, v.20, p. 213–217, 2008.

SHIMANO, T. et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetitions maximum in free weight exercises in trained and untrained men. **J Strength Cond Res**, v. 20, n. 4, p. 819-823, 2006.

SILVA, C. M. et al. Efeito do treinamento com pesos, prescrito por zona de repetições máximas, na força muscular e composição corporal em idosos. **Rev Bras Cineantropom Des Hum**, v.8, n.4, p. 29-45, 2006.

SILVA, T. A. A. et al. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. **Rev Bras Reumatol**, v. 46, n. 6, p. 391-397, 2006.

SIMONEAU, G. G. The impact of various anthropometric and flexibility measurements on the sit-and-reach test. **J Strength Cond Res**, v.12, n.4, p.232-237, 1998.

SOUZA JÚNIOR, T. P. **Treinamento de Força e Suplementação de Creatina**: a densidade da carga como estímulo otimizador nos ajustes morfológicos e funcionais. 2005. 221f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

STEWART, K. J, et al. Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial. **Arch Intern Med**. v. 165, n. 7, p. 756-762, 2005.

TAAFFE, D. R. et al. Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. **J Am Geriatr Soc**, v. 47, n. 10, p. 1208-1214, 1999.

TAAFFE, D. R. Sarcopenia: exercise as a treatment strategy. **Aust Fam Physician**, v. 35, n. 3, p. 130 – 133, 2006.

TAUFER, M. et al. Avanços, perspectivas e uso potencial da genética na longevidade e saúde: uma análise. **REV MED PUCRS**, v. 12, n.4, p. 384-391, 2002.

TERRA, D. F. et al. Reduction of arterial pressure and double product at rest after resistance exercise training in elderly hypertensive women. **Arq Bras Cardiol**. v.91, n.5, p. 299-305, 2008.

THORNTON, M. K, POTTEIGER, J. A. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 4, p. 715-722, 2002.

TOOELE COUNTY. Health Department. Disponível em: http://www.tooelehealth.org/Community_Health/Gold_Medal_Schools/Obesity_Epidemic.html#top. Acesso em: 10 out. 2008.

TRUELSEN, T.; BONITA, R.; JAMROZIK, K. Surveillance of stroke: a global perspective. **Int J Epidemiol**, v. 30, p. S11-S16, 2001.

VAN ETEN, L. M, et al. Effect of an 18-wk weight-training program on energy expenditure and physical activity. **J Appl Physiol**, v. 82, n.1, p. 298-304, 1997.

VILLAREAL, D. T. et al. Obesity in older adults: Technical Review and Position Statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. **Obes Res**, v. 13, n. 11, p. 1849-1863, 2005.

VOORRIPS, L. E. et al. A physical activity questionnaire for the elderly. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 23, n. 8, p 974-979, 1991.

WESTBROOK, C.; KAUT, C. **MRI in practice**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Health report, 1998. Disponível em <http://www.who.int/whr/1998/en/>. Acesso em: 10-out de 2008.

_____. Health report, 2005. Disponível em www.who.org. Acesso em: 10-out de 2008.

9 ANEXOS

9.1 Anexo A: Parecer do Comitê de Ética



CEP, 30/09/05.
(Grupo III)

**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

✉ Caixa Postal 6111, 13083-970 Campinas, SP

☎ (0_19) 3788-8936

FAX (0_19) 3788-7187

🌐 www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

✉ cep@fcm.unicamp.br

PARECER PROJETO: Nº 496/2005

CAAE: 1499.0.146.000-05

I-IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "EFEITO DO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE INDICADORES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL, HIPERTROFIA MUSCULAR E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE HOMENS IDOSOS"

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Claudinei Ferreira dos Santos

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Educação Física e Hospital das Clínicas - UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 05/09/05

II - OBJETIVOS

O objetivo do projeto é analisar os efeitos do treinamento com pesos sobre indicadores da densidade mineral óssea, composição corporal, hipertrofia muscular, flexibilidade e parâmetros fisiológicos de homens acima de 60 anos de idade, após 24 semanas de treinamento com pesos progressivos.

III - SUMÁRIO

O propósito do presente projeto será analisar os efeitos do treinamento com pesos sobre indicadores da densidade mineral óssea, composição corporal, hipertrofia muscular e parâmetros fisiológicos de homens acima de 60 anos de idade. Para tanto, farão parte da amostra 40 indivíduos subdivididos em grupo treinamento (GT n=20) que será submetido a um programa de treinamento com pesos durante 24 semanas e grupo controle (GC n=20) que não se envolverá com nenhuma rotina de exercícios físicos durante o experimento. A composição corporal e a densidade mineral óssea serão determinadas por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). Como indicador de hipertrofia muscular, a área de secção transversal do quadríceps será avaliada pelo método de ressonância magnética. A capacidade cardiorespiratória dos indivíduos será mensurada laboratorialmente. Os indicadores de força muscular serão determinados pelo teste de uma repetição máxima (IRM) em 3 exercícios (supino em banco horizontal, agachamento e rosca direta de bíceps). O programa de TP será dividido em 3 etapas, cada qual com 8 semanas de duração.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Trata-se de projeto provavelmente de mestrado que aborda assunto de relevância e aplicabilidade prática. O projeto está desenhado e redigido de forma adequada. Os critérios de inclusão e exclusão estão adequadamente definidos. Os procedimentos a serem realizados estão descritos de forma adequada. Os aspectos éticos estão abordados no corpo do projeto de forma adequada.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa supracitado.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII - DATA DA REUNIÃO

Homologado na IX Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 27 de setembro de 2005.


Prof. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

9.2 Anexo B: Relatório do DEXA de corpo inteiro.

HOSPITAL DAS CLINICAS DEPARTAMENTO DE MEDICINA NUCLEAR UNICAMP							
ID PACIENTE: FAVARG01.B49				EXAME:	4.7	06/28/2006	
NOME: FAVARO, GERALDO				ANÁLISE:	4.7	07/10/2006	
COMPOSIÇÃO DO CORPO							
Região	R Valor	Tecido Gordura%	Região Gordura%	Tecido (g)	Gordura (g)	Magra (g)	CMO (g)
BRAÇO ESQUER	1.343	25.3	24.2	3974	1007	2968	193
PERNA ESQUER	1.333	30.6	29.3	13264	4060	9204	583
TRONCO ESQUE	1.328	33.1	32.4	21072	6974	14098	447
INTEIRO ESQU	1.331	31.4	30.3	40690	12789	27901	1514
BRAÇO DIREIT	1.334	29.9	28.5	4540	1356	3184	225
PERNA DIREIT	1.331	31.4	30.1	13376	4197	9179	572
TRONCO DIREI	1.329	32.3	31.6	18164	5872	12292	445
INTEIRO DIRE	1.331	31.6	30.4	38488	12176	26313	1534
BRAÇOS	1.338	27.7	26.4	8514	2358	6157	418
PERNAS	1.332	31.0	29.7	26640	8255	18385	1155
TRONCO	1.328	32.8	32.0	39236	12852	26384	893
INTEIRO	1.331	31.5	30.4	79178	24962	54216	3048
RESULTADOS AUXILIARES DE CORPO INTEIRO**							
				Locais de corte			
				Nome	Actual	Relativo	
Tot. de cálcio no osso (g)	1158			Colo	24	24	
Pontos de Ar.....	0			Braço esq.	-	-	
Pontos do tecido.....	12626			Costela esq.	-	-	
Pontos do osso.....	5453			Costela dir.	-	-	
Total dos pontos.....	23400			Braço dir.	-	-	
Pontos Valor-R.....	5875			Coluna	61	61	
Pontos de Média.....	79			Pélvis	73	73	
				Topo da cabeça	0		
				Centro	-		

**Resultados auxiliares para pesquisa, não para uso clínico.

10 APÊNDICES

10.1 Apêndice A: Termo de Consentimento.

CONSENTIMENTO FORMAL DOS VOLUNTÁRIOS QUE PARTICIPARÃO DO PROJETO DE PESQUISA:

Efeito do treinamento com pesos sobre indicadores da densidade mineral óssea, composição corporal, hipertrofia muscular e parâmetros fisiológicos de homens acima de 65 anos de idade.

RESPONSÁVEL PELO PROJETO: Ms. Claudinei Ferreira dos Santos

LOCAL DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO: Faculdade de Educação Física/ Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UNICAMP.

Eu, _____, _____ anos de idade, RG _____, residente à Rua (Av.) _____, voluntariamente concordo em participar do projeto de pesquisa acima mencionado, que será detalhado a seguir, e sabendo que para sua realização as despesas monetárias serão de responsabilidade da instituição.

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica e objetiva verificar o efeito do treinamento com pesos sobre indicadores da densidade mineral óssea, composição corporal, hipertrofia muscular e parâmetros fisiológicos. Estou ciente, de que serei submetido a uma série de testes funcionais não invasivos (sem a utilização de drogas medicamentosas ou de procedimentos invasivos), no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, e demais dependências da Faculdade, que constam

dos seguintes testes, 1) Densidade mineral óssea; 2) Composição Corporal; 3) Hipertrofia Muscular; 4) Parâmetros Fisiológicos; 5) Flexibilidade; 6) Indicadores de Força Muscular.

Estou ciente de que estes testes serão realizados nas fases pré, durante e após o programa de treinamento, o que despenderá certa quantidade de horas.

Com referência ao programa de treinamento com pesos, que tem um período de duração previsto de vinte e quatro (24) semanas, sei que este constará de exercícios físicos predominantemente anaeróbios (treinamento com pesos) com prescrição individualizada de acordo com as respostas dos testes de força, com uma frequência semanal de 2 a 3 sessões e com a duração de aproximadamente 60 minutos cada. Este treinamento será realizado nas dependências da Academia da Faculdade de Educação Física da Unicamp, sendo devidamente orientado, tanto em relação aos benefícios como em relação aos sinais, sintomas e manifestações de intolerância ao esforço que poderei ou não apresentar.

Os benefícios que obterei com tal programa de treinamento incluem de uma maneira geral a melhora do meu desempenho físico, que também poderá contribuir substancialmente ao meu estado geral de saúde.

Estou ciente ainda, de que, as informações obtidas durante as avaliações laboratoriais e sessões de exercícios do programa de treinamento serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem a minha devida autorização. As informações assim obtidas, no entanto, poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, desde que a minha privacidade seja sempre resguardada.

Li e entendi as informações precedentes, sendo que eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes deste, onde as dúvidas futuras que possam vir a ocorrer poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados.

Comprometo-me, na medida das minhas possibilidades, prosseguir com o programa até a sua finalização, visando além dos benefícios físicos a serem obtidos com o treinamento, colaborar para um bom desempenho do trabalho científico dos responsáveis por este projeto.

Campinas, _____ de _____ de 2004 .

Sr. (a) voluntário

Ms. Claudinei Ferreira dos Santos

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Caixa Postal 6111

13083-970 Campinas, SP

Fone: (019) 3788-8936

Fax: (019) 3788-8925

cep@fcm.unicamp.br

10.2 Apêndice B: Ficha de anamnese inicial para triagem.

Nome: _____

Fone: _____ E-mail _____

O Senhor tem diabetes ou pressão alta?

Faz uso regular de remédios? Quais?

Tem antecedente familiar em relação a enfarto, angina ou cirurgia de pontes de safena?

Já teve alteração em exame de eletrocardiograma? Qual?

Já foi atendido em pronto-socorro com queixas ou relatos de complicações cardíacas?

Já foi orientado a ter acompanhamento de médico cardiologista?

- **Caso alguma das respostas seja positiva, não agendar o teste.**
- **Pode ser agendado caso use apenas os seguintes medicamentos: (Hidrocordiazida 25 mmg e Captopril)**
- **O uso dos seguintes medicamentos também impossibilita o agendamento do teste: (Dilacoron, Balcor, Diltiazem, Cardizen, Atenolol, Propanolol, Seloquen, Angipress, Nifedipina, Isosorbida, Sustrate, Monocordil, metropolol).**
- **Caso todas as repostas sejam negativas, fazer as seguintes recomendações: (Evitar a ingestão de sal e de alimentos salgados e fazer anotação do controle da pressão arterial por pelo menos 5 dias (hora, posição e braço)**

Data do contato:

Visto:

