UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RESISTÊNCIA À INSULINA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E FORÇA MUSCULAR DE HOMENS IDOSOS SUBMETIDOS A TREINAMENTO COM PESOS

THIAGO GAUDENSI COSTA

Campinas, 2008

THIAGO GAUDENSI COSTA

RESISTÊNCIA À INSULINA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E FORÇA MUSCULAR DE HOMENS IDOSOS SUBMETIDOS A TREINAMENTO COM PESOS

Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientadora: Profª Drª Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil

Campinas, 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA FEF - UNICAMP

C823r

Costa, Thiago Gaudensi.
Resistência à insulina, composição corporal e força muscular de homens idosos submetidos a treinamento com pesos / Sérgio Luis Giacomello. -- Campinas, SP: [s.n], 2008.

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

1. Treinamento com peso. 2. Idosos. 3. Resistência à insulina. 4. Composição corporal. 5. Força muscular. I. Chacon-Mikahil, Mara Patrícia Traina. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

(dilsa/fef)

Título em inglês: Insulin resistance, body composition and muscle strength in elderly men after weight training.
Palavras-chave em inglês (Keywords): Weight training; Elderly; Insulin resistance; Body composition; Muscle strength.
Área de Concentração: Ciências do Esporte.
Titulação: Mestrado em Educação Física.
Banca Examinadora: Bruno Geloneze. Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil. Vera Aparecida Madruga Forti.
Data da defesa: 16/10/2008.

THIAGO GAUDENSI COSTA

RESISTÊNCIA À INSULINA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E FORÇA MUSCULAR DE HOMENS IDOSOS SUBMETIDOS A TREINAMENTO COM PESOS

Este exemplar corresponde a redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Thiago Gaudensi Costa e aprovada pela comissão julgadora em 16 de outubro de 2008.

Profª Drª Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil
Orientadora

Campinas, 2008.

COMISSÃO JULGADORA

Profa. Dra. Mara Patrícia Traina ChaconMikahil (Orientadora)

Prof. Dr. Bruno Geloneze (Titular)

Profª. Drª. Vera Aparecida Madruga (Titular)

Suporte financeiro Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Com o apoio do Programa Alban, Programa de bolsas de alto nível da União Européia para América Latina, bolsa nº E07M401758BR.

Agradecimentos

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

Ao Programa Alban, Programa de bolsas de alto nível da União Européia para América Latina, que contribuiu muito para meu aprendizado após concessão de uma bolsa de estudos na Europa.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira – Departamento de Ciência do Desporto (FEF/UNICAMP).

Laboratório de Metabolismo e Diabetes da Universidade Estadual de Campinas (LIMED-UNICAMP).

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

Ao programa de pós-graduação da Faculdade de Educação Física da Unicamp, pelo apoio e suporte durante todo o período de desenvolvimento dos estudos de mestrado.

À minha família, amigos, colegas do FISEX e professores, especialmente minha orientadora Professora Dra. Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil e os doutorandos Cleiton e Claudinei, que contribuíram muito para que este trabalho atingisse seu objetivo.

COSTA, THIAGO GAUDENSI. **RESISTÊNCIA À INSULINA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E FORÇA MUSCULAR DE HOMENS IDOSOS SUBMETIDOS A TREINAMENTO COM PESOS.** Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

RESUMO

Com o crescimento da população que está envelhecendo, evidencia-se a necessidade do estabelecimento de condutas que minimizem as perdas fisiológicas e as complicações relacionadas às limitações e doenças que surgem deste processo. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de 16 semanas de treinamento com pesos (TP) sobre a resistência a insulina (RI), a composição corporal (CC) e a força muscular (FM) em homens saudáveis com idades acima de 60 anos. Para tanto, fizeram parte da amostra 18 indivíduos do sexo masculino, sedentários e saudáveis, subdivididos em grupo treinamento (GT, n=10; 65±4 anos de idade; 82,42±12,32 kg de massa corporal; 103,43±10,68 cm de cintura; 27,56±3,31 kg/m^2 de IMC) que foi submetido a um programa de TP durante 16 semanas e grupo controle (GC, n=8; 61±2 anos de idade; 84,45±13,10 kg de massa corporal; 102,88±11,05 cm de cintura; 28,49±4,32 kg/m^2 de IMC) que não se envolveu com nenhuma rotina de exercícios físicos durante o segmento. Os grupos foram avaliados nos momentos pré e pós TP. A CC foi avaliada através da técnica de Absortometria Radiológica de Duplo Feixe de Energia (DEXA). Os indicadores de FM foram determinados pelo teste de 1 Repetição Máxima (1RM). A RI foi estimada pelo índice do Homeostasis Model Assesment (HOMA). O programa de TP consistiu em 10 exercícios com três séries de 15 repetições executados três vezes por semana em dias alternados. Reduções significativas ($p<0,05$) foram encontradas no GT para a gordura corporal relativa (%G; -4,73%). Diferenças significativas ($p<0,05$) foram encontradas nos percentuais de alteração dos grupos em relação à gordura corporal absoluta (GA) e massa livre de gordura (MLG). Aumentos significativos ($p<0,05$) foram encontrados também no GT para FM avaliada pelo teste de 1RM no supino reto (+41,95%), leg press (+30,15%) e rosca direta (+15,83%). No entanto, não foram observadas alterações significativas na glicemia, insulinemia e resistência à insulina em ambos os grupos estudados após o período experimental. O TP mostrou-se eficiente em promover alterações na CC e FM de indivíduos idosos, o que não ficou estatisticamente evidenciado quando analisou-se as alterações sobre a RI. Os resultados demonstram a importância do TP para reduzir os riscos relacionados com o desenvolvimento da RI em idosos, visto, por exemplo, seu efeito sobre a gordura corporal e força muscular. Contudo, a influência direta de tal treinamento sobre a RI nesta população necessita ainda ser mais estudada, considerando diferentes intensidades e durações do TP, além de diferentes técnicas de determinação da sensibilidade insulínica.

Palavras chave: Treinamento com pesos; Idosos; Resistência à insulina; Composição corporal; Força muscular.

COSTA, THIAGO GAUDENSI. **INSULIN RESISTANCE, BODY COMPOSITION AND MUSCLE STRENGTH IN ELDERLY MEN AFTER WEIGHT TRAINING.** Dissertation (Master in Physical Education)-Physical Education Faculty. Campinas State University, Campinas, 2008.

ABSTRACT

With population longevity growth, becomes evident the necessity in establishing ways for physiological losses reduction and also, complications related to limitations and illness resulting from this process. So, this study aimed to evaluate the effect of 16 weeks of weight training (WT) on insulin resistance (IR), body composition (BC) and muscle strength (MS) in healthy over 60 year-men. Eighteen sedentary, healthy men were divided into training group (TG, n=10; 65±4 years old; 82.42±12.32 kg of body mass; 103.43±10.68 cm waist measurement; 27.56±3.31 kg/m^2 of IMC) who performed 16 weeks of WT and control group (CG, n=8; 61±2 years old; 84.45±13.10 kg of body mass; 102.88±11.05 cm waist measurement; 28.49±4.32 kg/m2 of IMC) who kept in a sedentary condition during the study. The groups were evaluated at the moments pre and post WT. BC by Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) was determined. MS was evaluated by 1 repetition maximum test (1RM). IR was estimated by Homeostasis Model Assesment (HOMA) index. WT program consisted of a 10 exercises with three sets of 15 repetitions in three nonconsecutive days per week. Significant reductions ($p<0,05$) in percent body fat (%BF) were found for the TG (-4,73%). Significant results ($p<0,05$) were found in relative group changes related to total body fat (BF) and fat free mass (FFM). Significant increases ($p<0,05$) were also found for the TG in MS evaluated by 1RM on bench press (+41,95%), leg press (+30,15%) and arm curl (+15,83%). Significant changes on fasting glucose and insulin and on IR in both groups were not found after experimental period. WT showed to be efficient in promoting elderly BC and strength changes, which was not evident when changes on IR were analyzed. So, the results demonstrated WT importance in reducing risks related to IR development in the elderly due to, for example, its effect on body fat and muscle strength. However, the direct influence of WT on IR of this population needs to be more investigated, considering different possibilities of WT intensities and durations, and also different techniques of insulin sensibility determination.

Key words: Weight training; Elderly; Insulin resistance; Body composition; Muscle strength.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Gordura Visceral- Adaptado de Després JP, Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *NATURE.* 2006; 444 (14): 881-7.

FIGURA 2 Vias da sinalização da insulina. Fonte: Zecchin, H.G.; Carvalheira, J.B.C.; Saad, M.J.A. Mecanismos Moleculares de resistência à insulina na síndrome metabólica. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*, p. 575, 2004.

FIGURA 3 Valores médios de glicose e insulina basais e índice HOMA antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) para ambos os grupos estudados (GT e GC).

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Indicadores da composição corporal antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós)

TABELA 2 Indicadores da força muscular (1RM) antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós)

TABELA 3 Indicadores metabólicos e de resistência à insulina antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós)

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIAÇÃO	NOME COMPLETO
%G	Gordura Corporal Relativa
1RM	uma Repetição Máxima
CC	composição corporal
CLAMP	Clamp Hiperinsulinêmico-Euglicêmico
DEXA	Absortometria Radiológica de Duplo Feixe de Raio-X
DM2	Diabetes Mellitus Tipo2
FM	Força Muscular
GA	Gordura Corporal Absoluta
GC	Grupo Controle
GH	Hormônio do Crescimento
GLUT	Transportador de Glicose
GT	Grupo Treinamento
GV	gordura visceral
HOMA	Homeostasis Model Assessment
IL-6	Interleucina-6
IMC	Índice de Massa Corpórea
IMTG	triglicerídeos intramusculares
IRS	Substrato do Receptor de Insulina
MCM	Massa Corporal Magra
MLG	Massa Livre de Gordura
MMAMGSi	Modelo Mínimo de Aproximação do Metabolismo de Glicose
NCEP	National Cholesterol Education Program
PI3-K	Fosfatidilinositol 3-Quinase
QUICKI	Quantitative Insulin Sensitivity Check Index
RCQ	Relação Cintura/Quadril
RI	Resistência à Insulina
TA	Treinamento Aeróbio
TNF-α	Fator de Necrose Tumoral-A
TP	Treinamento com Pesos
TTOG	Teste de Tolerância Oral a Glicose
VO_2máx	Consumo Máximo de Oxigênio
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13
2. REFERENCIAL TEÓRICO 14
2.1. ASPECTOS GERAIS DO ENVELHECIMENTO 14
2.2. ALTERAÇÕES METABÓLICAS NO ENVELHECIMENTO 18
2.3. ATIVIDADE FÍSICA REGULAR – ALTERAÇÕES BENÉFICAS PARA OS IDOSOS 23
3. OBJETIVOS 29
3.1. Objetivos Específicos 29
4. METODOLOGIA 30
4.1. PROJETO EXPERIMENTAL 30
4.2. SELEÇÃO DA AMOSTRA 30
4.3. COMPOSIÇÃO CORPORAL 32
4.4. RESISTÊNCIA À INSULINA 32
4.5. FORÇA MUSCULAR 32
4.6. PROTOCOLO DE TREINAMENTO 33
4.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA 34
5. RESULTADOS 35
6. CONCLUSÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO 58
7. REFERÊNCIAS DA DISSERTAÇÃO 59
8. ANEXO A: PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA 73
9. APÊNDICE A: Termo de Consentimento 75
10. APÊNDICE B: Ficha de ANAMNESE INICIAL PARA TRIAGEM 77

1. INTRODUÇÃO

O mundo atual assiste a um crescimento cada vez mais acentuado da longevidade e expectativa de vida de sua população. Aliado a esse processo observa-se que a sociedade tecnológica-industrial promove um aumento exagerado do sedentarismo, estilo de vida preocupante que conduz a uma queda de desempenho físico e aumento de peso corporal, já intensificado pelo processo de envelhecimento (FOREYT; GOODRICK, 1995).

Com o avançar da idade, observa-se o aumento da incidência do sedentarismo, por iniciativa própria do idoso ou pela falta de opções de atividades físicas culturalmente determinadas. Desta maneira, a junção destes dois fenômenos, o sedentarismo e o envelhecimento, acaba levando a manifestação de alguns processos fisiologicamente deletérios ao funcionamento deste organismo, podendo trazer limitações e conseqüências à saúde deste indivíduo (MATSUDO, 2000). Dentre elas, destacam-se as doenças crônico-degenerativas, comumente associadas à redução na massa corporal magra, essencialmente músculos (sarcopenia) e massa óssea (osteoporose), ao aumento da gordura corporal, a diminuição da capacidade cardiorrespiratória e a alterações no metabolismo da glicose, predispondo indivíduos idosos ao desenvolvimento da síndrome da resistência à insulina (RI) (SILVA et al., 2006; TAAFFE, 2006; HOLLMANN; HETTINGER, 2005; HASS et al., 2001).

Assim, uma forma de intervenção que pode se tornar eficaz e potencialmente auxiliar no controle dessas alterações do envelhecimento associado ao sedentarismo é a proposição e adoção de programas de treinamento físico adequados à população em questão, podendo trazer também importantes benefícios aos mesmos (ACSM, 1998).

Diante dessas constatações, um detalhamento mais preciso das alterações relacionadas ao envelhecimento se torna necessário, e será apresentado a seguir.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ASPECTOS GERAIS DO ENVELHECIMENTO

No Brasil, a população de idosos representa um contingente de aproximadamente 15 milhões de pessoas com mais de 60 anos de idade. Isto representa algo em torno de 10% da população brasileira segundo projeção do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008).

Considerando o impacto do envelhecimento sobre as variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física, este se constitui como elemento desencadeador de conseqüências fisiologicamente inevitáveis, resultando em um processo associado à perda de estruturas corporais e da capacidade funcional, visto que os processos anabólicos não superam os catabólicos (FORTI; CHACON-MIKAHIL, 2004; MATSUDO, 2000).

O processo de envelhecimento apresenta inúmeras características relacionadas às perdas nos mecanismos funcionais de controle, como as citadas pela revisão de Hollmann e Hettinger (2005):

- a diminuição da capacidade de rendimento cardiopulmonar e da massa muscular;
- diminuição do volume das mitocôndrias e da atividade de enzimas mitocondriais;
- redução do conteúdo de mioglobina e da quantidade de glicogênio muscular;
- redução da capilarização na musculatura esquelética e conseqüentemente do fluxo sangüíneo;
- perda de conteúdo de minerais no sistema ósseo;
- sensibilidade reduzida da via de sinalização da insulina, associando a este fato um nível aumentado de insulina no sangue;
- diminuição da quantidade de sinapses e do número de dendritos, tornando reduzida a velocidade de transmissão e tempo de reação em indivíduos mais velhos.

Perdas relacionadas ao envelhecimento, por vezes estão associadas a fatores de risco, como obesidade, hipertensão, dislipidemia, fumo, sedentarismo e/ou diabetes, aumentando a predisposição à prevalência de cardiopatias em idosos (RHOADES et al., 2007), fato que,

aliado ao crescimento da longevidade, revela um aumento de doenças cardiovasculares nesta população (DOMINGUEZ et al., 2006).

Uma estratégia que pode potencialmente auxiliar nas alterações dos indivíduos envelhecendo é o envolvimento dos mesmos em rotinas de exercícios físicos regulares, uma vez que níveis mais altos de atividade física reduzem os riscos de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DEY et al., 2002), rompendo, assim, com os hábitos sedentários que têm sido cada vez mais adotados como estilo de vida predominante entre a população em geral, e em especial, a população idosa (KYLE et al., 2004).

De acordo com a literatura, uma vida fisicamente inativa aumenta isoladamente o risco relativo de morte em torno de 25% (WAIB; BURINI, 1995). Estima-se que 35% das mortes por doenças coronarianas, 32% por câncer cólo-retal e 35% devido ao diabetes podem ser diretamente atribuídas ao sedentarismo e sobrepeso (POWELL; BLAIR, 1994).

Em uma publicação do Instituto Nacional da Saúde dos Estados Unidos sobre tratamento e identificação do sobrepeso e obesidade (U.S. Department of Health and Human Services, 2000), o sedentarismo foi identificado como sendo o risco principal para o desenvolvimento da obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes, sendo considerado um fator de preocupação mundial.

Rego e colaboradores (1990) em estudo desenvolvido no Brasil, no município de São Paulo, onde aplicaram um questionário em indivíduos com idades entre 15 e 59 anos, mostraram a partir dos resultados a prevalência para a população desta região de 18% em relação à obesidade e 69,3% em relação ao sedentarismo.

No conjunto das perdas funcionais decorrentes do processo de envelhecimento, observa-se também a sarcopenia, ou seja, uma redução que ocorre na massa corporal magra (MCM) que pode ser observada pela diminuição da área de secção transversa do músculo (TAAFFE, 2006) e conseqüentemente leva o idoso à perda de força e potência muscular, e a redução na flexibilidade articular, contribuindo para o declínio da funcionalidade física, perda de independência e, ainda, morbidade e mortalidade (SILVA et al., 2006; TAAFFE, 2006; HASS et al., 2001).

Estas perdas fazem parte da chamada síndrome da fragilidade, onde existem maiores riscos de quedas acidentais, com alta incidência de lesões ortopédicas, agravadas com o processo de osteoporose muitas vezes já instalado, o que pode levar a uma perda da

capacidade funcional do indivíduo e reduzir sobremaneira sua autonomia de movimento para as atividades de rotina, ocasionando um aumento da mortalidade (SILVA et al., 2006).

Após uma revisão recente sobre sarcopenia, Silva e colaboradores (2006) concluíram que existem diversos fatores etiológicos envolvidos em sua patogênese sem haver, no entanto, uma clara relação causal. A sarcopenia parece decorrer da interação complexa de distúrbios da inervação, diminuição de hormônios, aumento de mediadores inflamatórios relacionados com o desenvolvimento da resistência à insulina (RI) e alterações da ingestão protéico-calórica que ocorrem durante o envelhecimento. Os autores especulam ainda que existe uma necessidade fundamental do desenvolvimento de estudos longitudinais para melhor compreensão dos aspectos fisiopatológicos da sarcopenia, bem como a otimização de métodos de medida da massa muscular para o diagnóstico precoce e avaliação de medidas terapêuticas efetivas para o ganho de massa muscular esquelética em idosos.

Tendo em vista esta necessidade, Baumgartner e colaboradores (1998) estudaram 808 idosos de ambos os sexos provenientes da região do Novo México (EUA) e desenvolveram um método para estimativa da ocorrência da sarcopenia, utilizando para isso a massa muscular de braços e pernas. A sarcopenia foi definida como a diminuição da razão entre massa muscular esquelética apendicular em relação à altura elevada ao quadrado que apresentasse dois desvios padrões abaixo da média de uma população jovem de referência. Foi demonstrado, um aumento na prevalência deste problema de saúde pública entre indivíduos mais velhos e ainda, uma forte associação entre sarcopenia e inabilidade física em homens, através da associação dessa perda com quedas ocorridas no ano anterior e a existência de um ou mais distúrbios de equilíbrio.

A sarcopenia em idosos, geralmente está relacionada à hipocinesia. Paralelamente a esse processo, ocorre a atrofia seletiva especialmente das fibras musculares do tipo II (HOLLMANN; HETTINGER, 2005; MATSUDO, 2000).

Segundo Doherty e colaboradores (1993) em indivíduos com idades 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 (FM) com o avançar da idade. Tal fato inicia-se a partir dos 30 anos de idade, atingindo reduções mais significativas na FM a partir da sexta década de vida,

podendo alcançar após 70 anos de idade, valores até 50% inferiores aos níveis de força de jovens adultos, como mostra uma revisão ainda mais recente do autor (DOHERTY, 2001).

Ao estudarem os efeitos ocasionados pelo processo de envelhecimento de 12 anos sobre o músculo esquelético, Frontera e colaboradores (2000) demonstraram que a redução quantitativa na área da secção transversal do músculo é uma das grandes responsáveis pelo declínio da FM observado com o avançar da idade, enaltecendo a importância de um trabalho visando à diminuição dessas perdas.

Paralelamente ocorre uma redução do conteúdo mineral ósseo, agravado pelo baixo nível de atividade física entre a população. De acordo com a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia (SBGG, 2005), apesar de a osteoporose acometer mais as mulheres idosas, por volta de 13 % dos homens acima dos 50 anos podem apresentar algum tipo de fratura por osteoporose, agravada pelo fato de que as fraturas masculinas têm um índice maior de mortalidade que as das mulheres.

Com o envelhecimento, além da redução da massa magra já descrita, ocorre também um aumento da massa gorda (FLEGAL et al., 2002). Existem evidências de que com o envelhecimento as concentrações plasmáticas de hormônios anabólicos e hormônios de crescimento circulantes sofrem uma diminuição (BAKER et al., 2006; KRAEMER et al., 1999). O hormônio do crescimento (GH), por regular o metabolismo de carboidratos, lípides e proteínas, provoca modificações na composição corporal (CC) e na concentração plasmática de lípides com essa redução (CERCATO, 2006). A menor secreção de GH, associada algumas vezes à hiperinsulinemia, devido a sua ação inibitória de liberação de GH pela célula somatotrófica, é uma das causas da diminuição da lipólise no tecido adiposo periférico e conseqüente acúmulo da gordura subcutânea, contribuindo para o aumento da massa gorda e, assim da obesidade em indivíduos que envelhecem (CERCATO, 2006).

Assim, obesidade pode ser conceituada como um acúmulo não saudável de gordura corporal, e que leva ao 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 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 o número de pessoas idosas obesas tornou-se alarmante. Em 1991, 26,1% das pessoas com idades acima de 60

anos nos Estados Unidos eram 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 hoje são pouco, moderadamente ou morbidamente obesos.

Kyle e colaboradores (2004) ao compararem a MCM e gorda de homens e mulheres com idades entre 18 e 98 anos, através da análise de impedância bioelétrica, demonstraram que idosos apresentam níveis mais elevados de massa gorda e %G quando comparados aos mais novos, além de reduções na MCM.

Os riscos dessa obesidade aumentada para essa população, assim como as diferenças em relação aos padrões de deposição da gordura com o envelhecimento, serão discutidos a seguir.

2.2. ALTERAÇÕES METABÓLICAS NO ENVELHECIMENTO

Segundo Beaufrere e Morio (2000), o envelhecimento está associado ainda a outras modificações da CC, como alteração nos padrões de deposição da gordura, passando a um acúmulo preferencial na região intra-abdominal ou central (obesidade andróide), aumentando a quantidade de gordura visceral (GV), fato que pode ser observado na figura 1.

A existência de uma redistribuição corporal da gordura, que ocorre com o avançar da idade, não só redirecionando essa gordura das extremidades para a região central, mas passando dos estoques subcutâneos para os intramusculares e intraperitoniais, já foi muito bem relatada na literatura (HUGHES et al., 2004) e é entendida como o primeiro passo para a elevação do risco de acometimentos por doenças cardiovasculares em idosos (SHARMA, 2002).

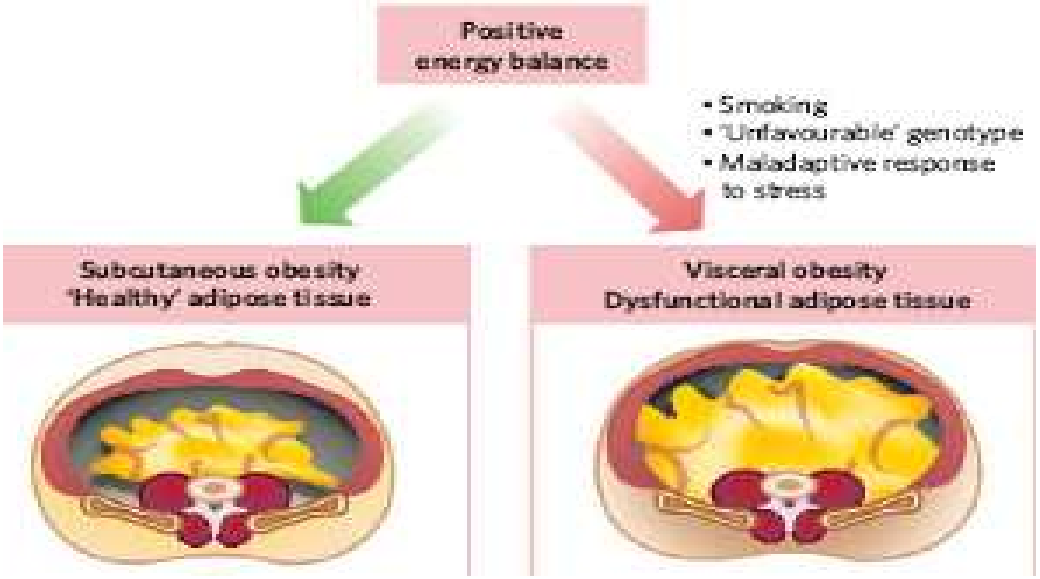

Figura 1- Gordura Visceral- Adaptado de Després JP, Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *NATURE.* 2006; 444 (14): 881-7.

Devido ao fato de o tecido adiposo visceral ser mais ativo metabolicamente, este apresenta uma razão elevada de lipólise, uma vez que as células adiposas nessa região têm mais afinidade à enzima lipase hormônio sensível (PÉREZ-MARTIN et al., 2001). A lipólise, quando associada com a menor captação de ácidos graxos pela musculatura esquelética, promove maior concentração plasmática destes ácidos e conseqüente RI (SHULMAN, 2000).

Este aumento de ácidos graxos leva ao acúmulo de lipídeos em tecidos não-adiposos, denominado lipotoxicidade (VAN HERPEN; SCHRAUWEN-HINDERLING, 2007). Foi

documentado o efeito inibitório dos ácidos graxos livres sobre a secreção de insulina da célula-β exposta cronicamente a elevados níveis de lípides. Se a célula-β é exposta aos ácidos graxos livres por períodos prolongados, produz-se uma lipotoxicidade da célula-β que é capaz de deteriorar a secreção de insulina (LEE et al., 1994).

O mecanismo pelo qual esses ácidos graxos livres, provenientes dos adipócitos através da lipólise, participam na RI do Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) em obesos, tem sido sugerido por meio da inibição da captação de glicose, da síntese de glicogênio, oxidação de glicose e maior produção hepática de glicose (BERGMAN; ADER, 2000). Ácidos graxos livres e RI podem se inter-relacionar, ainda, pelo envolvimento do acúmulo de triglicerídeos e metabólitos derivados de ácidos graxos no músculo e no fígado (HWANG et al., 2001).

Na RI existe uma condição em que a mitocôndria muscular está sob persistente sobrecarga lipídica, o que deteriora sua função. O exercício, em contraste, melhora a performance mitocondrial, favorecendo a beta oxidação e o ciclo de Krebs, restabelecendo a sensibilidade à insulina, principalmente devido ao seu efeito benéfico sobre o componente muscular (MUOIO; KOVES, 2007).

Sabe-se que o músculo esquelético caracteriza-se por ser um tecido periférico alvo da insulina, responsável por 80 a 90% de toda a captação de glicose em estado insulino-estimulado in-vivo (BARON et al., 1998). Com isso, o músculo desempenha um papel fundamental na RI, a partir do momento que esse acúmulo de ácidos graxos (esteatose muscular) promove uma deterioração de suas funções, como sobre a disponibilidade e competição entre substratos, sinalização hormonal, atividades enzimáticas e de transporte e, modulação do fluxo sangüíneo (PÉREZ-MARTIN et al., 2001), aumentando a lipotoxicidade celular. Pelo fato de o músculo ser o tecido alvo da insulina, a sarcopenia presente nos idosos pode ainda ser mais um fator agravante dessa RI.

Além disso, tanto a maior via transportadora de glicose muscular, as moléculas transportadoras de glicose (GLUTs), em especial o GLUT4, quanto a via oxidativa para ressíntese de ATP estão alteradas no músculo insulino-resistente (GARVEY et al., 1998; SIMONEAU et al., 1995), levando a uma reduzida captação de glicose insulino-estimulada (GARVEY et al., 1998) e uma maior ressíntese anaeróbia de ATP no músculo

(SIMONEAU et al., 1995), afetando ainda mais a utilização muscular desses estoques glicolíticos.

A RI na obesidade e no DM2 é caracterizada por alterações em diversos pontos da sinalização insulínica, com redução da concentração e da atividade quinase do receptor de insulina, da concentração e da fosforilação dos substratos do receptor de insulina (IRS-1 e IRS-2), da atividade da fosfatidilinositol 3-quinase (PI3-K), da translocação dos transportadores de glicose (GLUTs) e da atividade das enzimas intracelulares (PESSIN; SALTIEL, 2000).

Uma relação mais clara entre adiposidade e anormalidade da sinalização insulínica pode ser vista a partir da noção de que a célula adiposa, além de servir como estoque de adipócitos, é responsável pela produção e secreção de diversos hormônios relacionados com a RI, como o fator de necrose tumoral-α (TNF-α), leptina, adiponectina, interleucina-6 (IL-6), resistina, entre outros, chamados adipocinas (ZECCHIN; CARVALHEIRA; SAAD; 2004). Dentre eles, ressalta-se o TNF- α, como importante mecanismo influenciador da RI, devido ao aumento da fosforilação do IRS-1 e IRS-2 em resíduos de serina (HOTAMISLIGIL et al., 1996), causando uma redução da capacidade destes de interagir com os receptores de insulina, bloqueando os eventos subseqüentes de sua sinalização, resultando em estados aumentados de RI (KRODER et al., 1996). Observando-se a via de sinalização da insulina (Figura 2), conclui-se que o resultado final dessa interferência é a alteração no processo de sinalização para a translocação principalmente do GLUT4 para a membrana da célula, dificultando o transporte de glicose. A influência da RI sobre a via da MAP-K está ainda incerta, uma vez que os resultados de um estudo feito por Cusi e cols. (2000) demonstraram que pode ocorrer uma intensa RI na via PI3-K enquanto a via MAP-K continua íntegra.

Tanto o aumento da concentração de TNF-α quanto a hiperglicemia causados direta ou indiretamente por esse aumento da GV, são fatores inibidores da via de sinalização da insulina, o TNF-α bloqueando a fosforilação do substrato e os altos níveis de glicose, a fosforilação em tirosina do receptor insulino-dependente e a desfosforilação do substrato do receptor de insulina (KRODER et al., 1996).

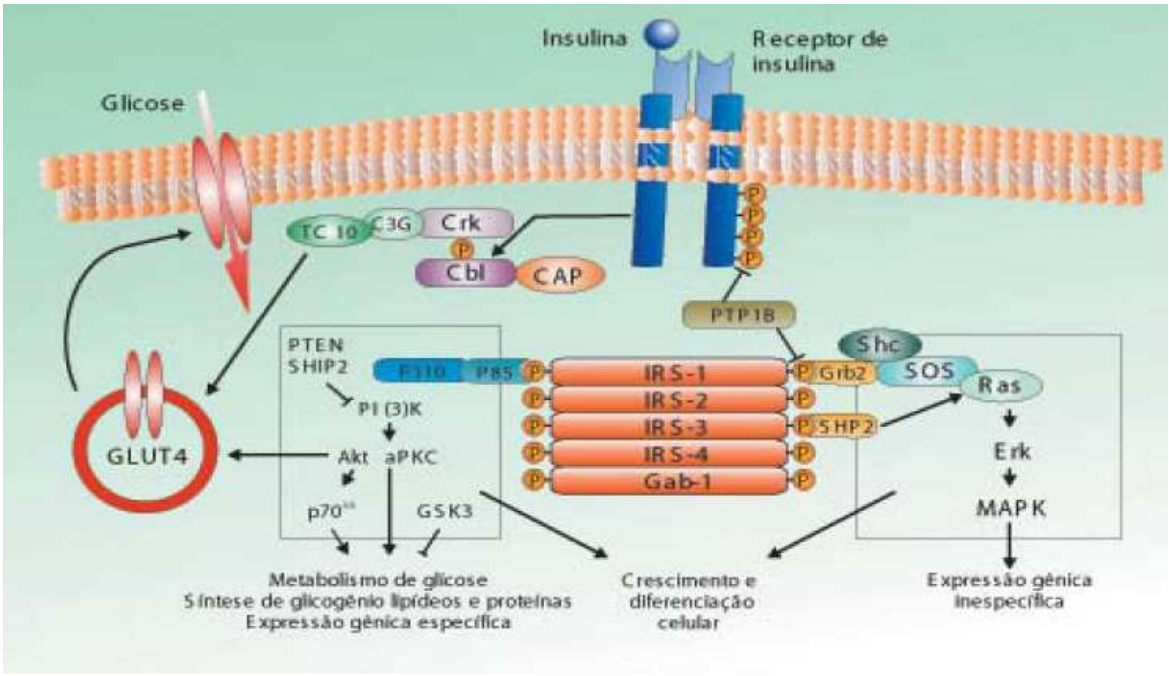

Figura 2-Vias da sinalização da insulina. Fonte: Zecchin, H.G.; Carvalheira, J.B.C.; Saad, M.J.A. Mecanismos Moleculares de resistência à insulina na síndrome metabólica. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*, p. 575, 2004.

A RI em idosos tem recebido atenção especial, visto que o avançar da idade é um fator primariamente determinante para o surgimento de tal intolerância (SHIMOKATA et al., 1991), decorrente do decréscimo da sensibilidade dos tecidos à insulina, acompanhada de uma reduzida tolerância à glicose (DeFRONZO, 1979).

Assim, a RI associada à obesidade e à inatividade física em idosos, pode levar ao desenvolvimento do DM2 (LaMONTE et al., 2005; HAFFNER; MIETTINEN, 1997). A associação desses diversos fatores de risco a doenças cardiovasculares e diabetes foi denominada Síndrome Metabólica, Plurimetabólica, Síndrome X ou Síndrome da Resistência à Insulina (DESPRÈS; LEMIEUX, 2006; GOODPASTER et al., 2005; SAFEER; UGALAT, 2002).

Devido a RI ser freqüentemente associada como precursora para o desenvolvimento desta síndrome, seu tratamento em pacientes insulino-resistentes tem sido sugerido como um meio de prevenção de quase todos os componentes da síndrome metabólica (SAFEER; UGALAT, 2002).

Desta forma, os aspectos relacionados à atividade física, serão abordados no item subseqüente.

2.3. ATIVIDADE FÍSICA REGULAR – ALTERAÇÕES BENÉFICAS PARA OS IDOSOS

Sabe-se que os exercícios físicos sistematizados levam a melhoria do desempenho do organismo, e que podem ainda, estar relacionados à melhoria da saúde. O TP, no entanto, vem sendo fortemente recomendado, embasado em sua eficiência na promoção da melhora da condição física, especialmente em idosos (TAFFE, 2006), merecendo, assim, a atenção de muitos pesquisadores, uma vez que os resultados mostram que este tipo de treinamento pode diminuir ou controlar alguns dos efeitos deletérios dos processos que acompanham o envelhecimento (MILLER et al., 1994; ISHII et al., 1998; LEMMER et al., 2001; LEMMER et al., 2000; CAMPBELL et al., 1994; HUNTER et al., 2001; FIATARONE et al., 1990). Dentre eles, em especial neste trabalho, procuramos enfatizar os relacionados à ação da insulina, considerando os estados não-ativos e ativos de indivíduos envelhecendo.

Sendo assim, Miller e colaboradores (1994) avaliaram o efeito de 16 semanas do TP sobre a ação da insulina em 11 homens saudáveis (58±1 anos de idade) utilizando o Clamp Hiperinsulinêmico-Euglicêmico (CLAMP), técnica esta que permite examinar a sensibilidade à insulina dos tecidos, seja ele músculo esquelético ou fígado, em situações de glicemia constante, e o Teste de Tolerância Oral a Glicose (TTOG), que permite a avaliação da secreção de insulina e a sensibilidade à insulina no estado estimulado de glicose. Após o período estudado, os autores concluíram que os níveis de glicose plasmática não foram alterados significativamente durante o TTOG. Em contraste, os níveis de insulina plasmática (85±25 vs. 55±10 pmol/l; $p<0,05$) apresentaram-se reduzidos significativamente durante o TTOG. As razões de infusão de glicose durante o CLAMP aumentaram 24% ($p<0,05$) durante a baixa infusão de insulina, e 22% ($p<0,05$) durante a alta infusão de insulina. Estes resultados demonstraram que o TP parece ter influenciado tanto no aumento da ação da insulina, quanto na redução dos níveis plasmáticos desta no grupo estudado que realizou o TP.

Ishii e colaboradores (1998), em um trabalho semelhante, verificaram que após um TP de seis semanas com indivíduos de meia-idade (46,8±8,9 anos de idade), a razão de utilização de glicose durante o teste de CLAMP aumentou significativamente (48%) para o GT (n=9), enquanto não se alterou para o GC (n=8). Portanto, observa-se uma melhora na

sensibilidade à insulina no grupo estudado. No entanto, o mesmo período de treinamento não demonstrou alterações na CC e no consumo máximo de oxigênio (VO_2máx).

Ainda sobre a relação do TP e sensibilidade à insulina, Hurley e Roth (2000) apresentaram uma revisão bibliográfica muito interessante, onde estudaram mais de 200 trabalhos e concluíram que este tipo de treinamento físico é eficiente na redução da RI, na gordura corporal total e abdominal, aumentando a taxa metabólica basal de homens idosos.

Por outro lado, a partir de trabalhos utilizando o treinamento aeróbio (TA), também pode-se obter bons resultados sobre a sensibilidade à insulina.

O'Leary e colaboradores (2006) avaliaram o nível de adiposidade abdominal e o metabolismo de glicose em 16 mulheres e homens idosos obesos após 12 semanas de TA e demonstraram reduções da GV e RI, encontrando uma correlação significativa entre os dois resultados, concluindo que a redução da GV após TA melhora o metabolismo de glicose e está associada à redução da RI em idosos obesos.

As adaptações do músculo esquelético, como composição de fibras, capilaridade, triglicerídeos intramusculares (IMTG), assim como a concentração da proteína receptora GLUT4, ocorridas com o TA também foram estudadas. Kim e colaboradores (2004) encontraram melhoras significativas na expressão protéica de GLUT4, na capacidade oxidativa de ácidos graxos e no número de capilares ao redor das fibras tipo I, ao contrário das fibras tipo II, além de reduções na concentração de IMTG após o TA em idosos com intolerância à glicose.

Melhoras na translocação de GLUT4 no músculo esquelético de mulheres e homens adultos jovens foram relatadas ainda por Thorell e colaboradores (1999), que encontraram aumentos tanto em estados hiperinsulinêmicos como após uma sessão aguda de 60 minutos de TA.

Para avaliar o efeito do TA sobre o sistema TNF-α de mulheres obesas e a relação entre essas mudanças e a sensibilidade à insulina, Straczkowski e colaboradores (2001) compararam oito mulheres com tolerância normal à glicose e oito com intolerância, ambas submetidas ao TA, com um grupo controle de oito mulheres. A conclusão a que chegaram foi de que o TA influenciou na redução da atividade do sistema TNF-α e que esta redução está relacionada à melhora da sensibilidade à insulina em ambos os grupos treinados.

Dela e colaboradores (1999) estudaram o efeito da sobreposição do exercício durante um estímulo máximo de insulina sobre a captação de glicose no músculo do membro inferior treinado aerobiamente comparada com a perna não treinada de idosos saudáveis e com DM2 avaliados por CLAMP. Concluiu-se que tanto no músculo do diabético, quanto no do saudável, o exercício agudo adiciona estímulo para a captação insulino-estimulada de glicose do sangue e esse efeito é potencializado pelo treinamento físico.

Skrha e colaboradores (2004) compararam a ação da insulina expressada pelo método de CLAMP, considerado como padrão ouro para determinação da sensibilidade à insulina, com as respostas obtidas pelo HOMA e também do Quantitative Insulin Sensitivity Check Index (QUICKI), que consistem em fórmulas matemáticas que se utilizam da glicemia e insulinemia de jejum para predição da RI em homens e mulheres com diferentes estágios clínicos influenciadores da ação da insulina. Correlações significativas foram encontradas entre os índices obtidos através do CLAMP e do HOMA, assim como entre o CLAMP e o QUICKI, para voluntários saudáveis ($r=-0,66$; $p<0,0001$), pacientes com DM2 ($r=0,68$; $p<0,0001$) e mulheres com síndrome ovariana policística ($r=-0,65$; $p<0,0001$). Tais resultados demonstraram a fidedignidade do teste HOMA e QUICKI comparados ao CLAMP, indicando a possibilidade de sua utilização, uma vez que o CLAMP se apresenta como um teste invasivo e que requer muito tempo disponível para sua aplicação. Adicionalmente neste estudo, os autores avaliaram a relação entre a ação da insulina e IMC, colesterol sérico, triglicérides e hipertensão arterial. O IMC apresentou uma forte correlação com o índice de sensibilidade à insulina ($r=-0,70$; $p<0,0001$) em todos os 168 indivíduos do estudo. Colesterol, triglicérides e pressão arterial influenciaram a ação da insulina em indivíduos saudáveis e pacientes com DM2.

Ascaso e colaboradores (2003) propuseram em seu estudo, a possibilidade do diagnóstico da RI por meio de outra metodologia indireta. Com esse intuito, coletaram uma amostra de sangue após 12 horas de jejum de 65 indivíduos com metabolismo normal de glicose (44 homens e 21 mulheres, 30-60 anos de idade) para determinar lipídeos plasmáticos e níveis de glicose e insulina. Um teste de tolerância intravenosa à glicose com administração de insulina após 20 min e extração de diversas amostras sangüíneas para medidas de valores de glicose e insulina e cálculo do Modelo Mínimo de Aproximação do Metabolismo de Glicose (MMAMG) Si foram aplicados. Três índices indiretos utilizados

para predizer a sensibilidade à insulina ou a RI foram calculados. Correlações significativas foram encontradas entre o índice Si e o HOMA (r=-0,66; p<0,001), bem como quando comparou-se o índice Si e o QUICKI (r=-0,66; p<0,001). Porém, o método indireto mais sensível e específico comparado ao Si encontrado neste estudo foi o índice de McAuley (r=0,718; p= 0,001).

Outras modificações importantes induzidas pelo TP foram apontadas por Lemmer e colaboradores (2001) ao investigarem o efeito deste treinamento durante 24 semanas, encontrando aumentos significativos nos indicadores de FM (avaliados pelo teste de 1-RM) em 10 homens com idade entre 65 e 75 anos em sete exercícios analisados, onde foram envolvidos grupos musculares do tronco, membros superiores e inferiores.

Apesar do estudo citado acima ter envolvido um período de treinamento relativamente longo, quando comparado com outros estudos longitudinais, com características parecidas, apresentaram resultados semelhantes. O grupo de Lemmer e colaboradores (2000), utilizando um período menor de treinamento (nove semanas), submeteu 12 idosos com idades entre 65 e 75 anos ao TP, constatando também aumentos significativos nos indicadores de FM dos músculos extensores de pernas de cerca de 27%. Na seqüência, os autores também acompanharam um período de destreinamento (31 semanas), verificando que os idosos reduziram seus níveis de força em apenas 14%. Sendo assim, períodos relativamente curtos de treinamento aparentemente também podem influenciar positivamente nos indicadores de ganhos de FM em idosos.

Campbell e colaboradores (1994) avaliaram a evolução da FM 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 em processo de envelhecimento, independentemente do gênero.

Modificações positivas na CC também são encontradas em homens idosos após algumas semanas de treinamento. Lemmer e colaboradores (2001), ao investigarem o efeito de 24 semanas de TP sobre os indicadores de CC, avaliada por DEXA, encontraram aumentos significativos na MLG em 11 homens idosos (65-75 anos). Contudo, os autores

não observaram modificações significativas na %G após o período de treinamento, apesar de os sujeitos terem aumentado significativamente sua taxa metabólica de repouso.

Ao contrário dos achados citados anteriormente, após 25 semanas de TP, Hunter e colaboradores (2001) encontraram reduções significativas na %G avaliada pela técnica de pletismografia. Neste estudo, foi utilizado um total de 36 homens e mulheres com idades acima de 60 anos. Os sujeitos foram divididos em três grupos, onde os autores compararam os efeitos do treinamento de alta intensidade (três vezes por semana a 80% de 1-RM, n=14), com o treinamento com intensidade variável (uma vez por semana a 80%, 65%, e 50% de 1-RM, n=14), e o grupo controle (n=8) que não treinou. Nenhuma mudança significante na massa corporal total ocorreu nos três grupos, porém, os dois grupos que realizaram o TP aumentaram significativamente a MLG (1,8 kg e 1,9 kg, respectivamente), concomitantemente a diminuição na %G.

Miller e colaboradores (1994) avaliaram o efeito de 16 semanas de TP sobre a CC de 11 homens saudáveis (58±1 anos de idade) e encontraram alterações significativas na massa magra ($p<0,05$) e %G ($p<0,001$) sem, no entanto, alterar a massa corporal significativamente.

Em um estudo interessante envolvendo o TP e idosos, Fiatarone e colaboradores (1990) analisaram as modificações na CC de 10 voluntários com idade média de 90 anos. Após oito semanas de TP, realizado com freqüência semanal de três sessões, sob 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 sem alterações nas áreas de gordura subcutânea e intramuscular.

Outro componente da CC que merece atenção é o conteúdo mineral ósseo. Poucos são as pesquisas direcionadas ao estudo deste componente em homens, uma vez que é verificada maior incidência de patologias degenerativas associadas a reduções do conteúdo mineral ósseo em mulheres. Proctor e colaboradores (2000) encontraram reduções semelhantes em homens e mulheres, tanto no componente mineral ósseo, quanto na MCM total. Ainda neste estudo, a quantidade de MCM, quando comparada a quatro parâmetros musculares, foi definida como sendo o melhor aspecto preditor da quantidade de conteúdo mineral ósseo total existente nos indivíduos.

Em relação aos aspectos cardiorrespiratórios em homens que estão envelhecendo, Antoniazzi e colaboradores (1999) procuraram identificar alterações no VO_2máx e freqüência cardíaca em sete homens com idades entre 50-70 anos após 36 sessões de TP. Os indivíduos deste estudo não realizaram qualquer tipo de atividade aeróbia sistematizada. Após o término das 36 sessões de treinamento, os sujeitos diminuíram significativamente a freqüência cardíaca de repouso em 6,31%. Apesar da freqüência cardíaca máxima em esforço não ter sido alterada significativamente, o tempo de esforço no teste ergométrico e o VO_2máx aumentaram em 14,22% e 13,09%, respectivamente, sugerindo modificações positivas nas variáveis cardiorrespiratórias.

Apesar do aumento na massa magra e da redução da %G decorrentes do TP poderem contribuir para razões aumentadas de utilização de glicose, ainda é duvidosa a participação da CC como fator determinante para melhora na ação insulínica em indivíduos mais velhos, bem como a dependência dessa ação, de componentes cardiorrespiratórios como o VO_2máx (MILLER et al., 1994).

Desta forma, este tema de investigação pretendeu dar continuidade a alguns trabalhos já desenvolvidos com indivíduos de ambos os sexos com idades superiores a 40 anos (CATAI et al., 2002; FORTI, 1999; CHACON-MIKAHIL et al., 1998; CHACON-MIKAHIL, 1998, pareceres CEP/FCM/UNICAMP 228/94 e 227/94) e mais recentemente em andamento, o projeto temático desenvolvido na Faculdade de Educação Física desde 2003, intitulado: “Análise das Adaptações Orgânicas ao Treinamento Físico em Indivíduos acima de Meia Idade em Resposta a Diferentes Protocolos de Treinamento”, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da FCM/UNICAMP, pareceres CEP 250/2003, 251/2003, 252/2003, 248/2004, 496/2005, com adendos em 2004, 2005 e 2007.

3. OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos de 16 semanas de TP sobre a RI, a CC e a FM em homens saudáveis não-ativos com idades acima de 60 anos.

3.1. Objetivos Específicos

- Comparar as variáveis antropométricas e de CC antes e após 16 semanas de TP;
- Comparar os indicadores de FM antes e após 16 semanas de TP;
- Comparar os indicadores relacionados ao metabolismo da glicose antes e após 16 semanas de TP.

4. METODOLOGIA

4.1. PROJETO EXPERIMENTAL

Todos os testes de avaliação funcional foram realizados nas dependências da Unidade de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Educação Física da Unicamp, sendo o estudo previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Faculdade de Medicina da Unicamp (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 uma possível 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 22º C. Todas essas medidas foram aferidas nos dois momentos do estudo (pré e pós 16 semanas), obedecendo a uma ordem seqüencial em relação aos testes, para minimizar interferências como, por exemplo, o período do dia.

4.2. SELEÇÃO DA AMOSTRA

Como critérios iniciais de inclusão, os voluntários deveriam apresentar hábitos de vida não ativos (freqüência 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 voluntários deveriam ter idades acima de 60 anos. Foram excluídos os voluntários que apresentaram na avaliação clínica e/ou nos exames laboratoriais qualquer patologia ou outros complicadores que fossem considerados fatores de risco para a prática regular de atividade física proposta, tais como: doença arterial coronariana, hipertensão arterial, diabetes mellitus, doença pulmonar obstrutiva crônica, doenças ósteo-articulares limitantes, ou que utilizassem qualquer medicação que interferisse nas respostas fisiológicas aos testes.

Inicialmente, procedeu-se a uma divulgação do projeto por meio da mídia eletrônica e impressa, além de rádio e televisão. Com isso, recebemos 120 candidatos que se interessaram no programa e por meio de contato telefônico ou via e-mail, se inscreveram para a pré-seleção de candidatos. A partir de uma reunião, onde foram explicados os objetivos do programa, procedeu-se à exclusão de candidatos que não se enquadravam nos critérios de inclusão para o estudo, bem como, aqueles que não concordaram em participar ou não tinham disponibilidade para o horário de treino. Com isso, passou-se para a fase das avaliações clínicas com um número de 50 voluntários, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Após a realização dos exames, foram detectadas algumas doenças ou implicações presentes nos critérios de exclusão, como hipertensão e diabetes, reduzindo o número de voluntários que realmente iniciariam o programa para 30. A partir desta amostra inicial, os voluntários foram separados de acordo com sua disponibilidade para participar do treinamento. Aqueles que não foram alocados em tal grupo, passaram a fazer parte do GC, com a possibilidade de participarem de outro programa de treinamento no semestre seguinte. A manutenção do estado não-ativo dos voluntários deste grupo durante o período experimental foi garantida no compromisso entre as partes envolvidas e verificada no momento do contato telefônico após as 16 semanas, quando foram chamados para as reavaliações, além da realização de uma anamnese onde os voluntários comprovaram a manutenção do estado não-ativo.

Assim, dos 30 voluntários, 15 iniciaram o treinamento e os demais (n=15) se submeteram aos testes para o controle, sendo que 12 não completaram as 16 semanas do programa, cinco pertencentes ao GT (que não alcançaram o critério mínimo de 80% de freqüência) 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 grupos de voluntários divididos em GT, que foi submetido a 16 semanas de TP (n=10; 65±4 anos de idade; 82,42±12,32 kg de massa corporal; 103,43±10,68 cm de cintura; 27,56±3,31 kg/m^2 de IMC), e GC, que permaneceu por todo o período experimental sem realizar nenhum tipo de exercícios físicos sistemáticos (n=8; 61±2 anos de idade; 84,45±13,10 kg de massa corporal; 102,88±11,05 cm de cintura; 28,49±4,32 kg/m^2 de IMC). Nas etapas específicas do projeto todos os voluntários foram avaliados nos momentos pré e pós TP.

4.3. COMPOSIÇÃO CORPORAL

A avaliação da massa corporal e da estatura efetuou-se de acordo com os procedimentos descritos por Gordon e colaboradores (1988), a partir da qual se determinou o índice de massa corpórea (IMC) dos voluntários. Foram avaliadas também, medidas das circunferências de cintura, de acordo com as técnicas convencionais, descritas por Callaway e colaboradores (1988). Os indicadores da composição corporal foram determinados pela técnica de DEXA, onde as medidas foram realizadas no equipamento modelo DPX (Lunar Radiation Corporation, Madison, Wisconsin, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro, para a determinação da %G e GA além da MLG. A técnica do DEXA foi utilizada no presente estudo, na tentativa de demonstrar as reais alterações na CC dos idosos e aumentar a confiabilidade dos resultados, representando o ponto mais forte da metodologia utilizada, uma vez que tal teste é considerado pela comunidade científica como "padrão-ouro" para determinação da CC.

4.4. RESISTÊNCIA À INSULINA

Para análise utilizando o HOMA, amostras de sangue foram coletadas após uma noite em jejum. Tanto a glicose sérica de jejum quanto a insulina sérica basal, foram coletadas e analisadas pelo LIMED-UNICAMP. Os valores de glicose e insulina basal foram inseridos na fórmula para o cálculo do índice HOMA IR [(Glicose basal x Insulina Basal)/22,5], obtendo-se então um indicativo da RI e função da célula β dos voluntários (MATTHEWS et.al., 1985).

4.5. FORÇA MUSCULAR

Com relação aos protocolos de avaliação da FM, os voluntários foram avaliados nos momentos pré e pós TP. A FM foi determinada por meio do teste de 1RM em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino em banco horizontal, preensão de pernas e rosca direta de bíceps, respectivamente e a padronização adotada foi conforme a literatura (Brown & Weir, 2001). Previamente à aplicação dos testes, foi

empregada uma sessão de treino na tentativa de reduzir os efeitos de aprendizagem da execução dos movimentos e estabelecer a reprodutibilidade dos testes nos três exercícios. Propôs-se então uma carga moderada para o aquecimento com 10 repetições nos três exercícios, que também serviu para a padronização dos movimentos nos aparelhos específicos. Em seguida, o voluntário teve três tentativas para executar pelo menos um movimento completo e correto, passando totalmente pelas fases excêntrica e concêntrica, nessa ordem. Quando o voluntário conseguiu realizar somente um movimento, era então anotada sua carga máxima. A pausa entre as tentativas foi de três min.

4.6. PROTOCOLO DE TREINAMENTO

O protocolo de TP foi orientado e acompanhado por um profissional de Educação Física e acadêmicos. Este protocolo foi dividido em duas etapas, cada qual com duração de oito semanas consecutivas. Nas duas etapas, os sujeitos realizaram uma programação de TP executada em três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras) com 60 min de duração, objetivando a melhora da resistência muscular localizada (resistência de força), onde os sujeitos realizaram 10 exercícios para os principais grupos musculares (supino máquina, 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 min entre as séries e os exercícios, com carga de trabalho 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 este implementado para gerar um aumento progressivo na carga além de uma quebra da homeostase no treinamento.

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, onde o

indivíduo realizava o máximo possível de repetições e a carga era redefinida de acordo com o seu desempenho. As cargas utilizadas foram compatíveis com o número de repetições máximas estipuladas para cada exercício.

4.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise descritiva da amostra foi feita utilizando o programa STATISTICA. Após a aplicação do teste de normalidade Shapiro Wilk's, foi efetuada a análise de variância de dois caminhos (Anova two-way), e quando detectada diferença entre os momentos iniciais dos dois grupos, análise de covariância (Ancova). Quando detectou-se diferença significativa a partir da análise de variância, aplicou-se o post-hoc de Scheffè. Somente para os valores de insulina e HOMA, procedeu-se uma transformação de log de 10, para a normalização dos valores que haviam apresentado distribuição não normal. Em seguida, a análise efetuada foi de Ancova para o HOMA. Foi aplicado ainda o teste t de student para amostras independentes entre os valores de variações percentuais dos dados, comparando assim o percentual de mudança entre os grupos. O nível de significância adotado foi de $p<0,05$.

5. RESULTADOS

Optamos pela apresentação dos resultados em forma de artigo, que foi submetido à publicação em revista indexada da área.

ARTIGO ORIGINAL

TÍTULO:

EFEITOS DO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A RESISTÊNCIA À INSULINA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E FORÇA MUSCULAR EM HOMENS IDOSOS SAUDÁVEIS

STRENGTH TRAINING EFFECTS ON INSULIN RESISTANCE, BODY COMPOSITION AND MUSCLE STRENGTH IN HEALTHY OLDER MEN

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de 16 semanas de treinamento com pesos (TP) sobre a resistência à insulina (RI), composição corporal (CC) e força muscular (FM) em idosos normoglicêmicos. Dezoito indivíduos foram subdivididos em grupo treinamento, e grupo controle. O TP consistiu em 10 exercícios com três séries de 15 repetições executados três vezes por semana. Reduções significativas foram encontradas no grupo treinamento para a gordura corporal relativa (%G) e gordura corporal absoluta (GA), além de aumento da massa livre de gordura (MLG). A FM aumentou significativamente somente para o grupo treinamento. No entanto, não foram observadas alterações significativas na glicemia, insulina e resistência à insulina (HOMA-IR) em ambos os grupos estudados após o período experimental. Estudos adicionais utilizando diferentes métodos e períodos de treinamento, e até diferentes métodos de avaliação para sensibilidade a insulina, poderão auxiliar nas conclusões acerca da prescrição do TP como método preventivo da RI para a população de homens idosos saudáveis.

Palavras chave: Resistência à Insulina, Exercício, Envelhecimento, HOMA-IR, Composição Corporal, Força Muscular

Introdução

O processo de envelhecimento apresenta inúmeras características relacionadas às perdas nos mecanismos orgânicos de controle. Os idosos possuem uma redução na massa corporal total decorrente principalmente da anorexia fisiológica do envelhecimento e da diminuição na massa magra, especialmente após a sétima década de vida (Wilson & Morley, 2003).

A redução da MCM, conhecida como sarcopenia, está inserida no conjunto das perdas funcionais decorrentes do processo de envelhecimento e, pode ser observada pela diminuição da área de secção transversa do músculo esquelético, que leva o idoso à perda de força e potência muscular, a redução na flexibilidade articular, contribuindo para o declínio da funcionalidade física, perda de independência e, ainda, morbidade e mortalidade (Taffe, 2006).

No envelhecimento, associa-se tanto a redução da massa magra como o aumento da massa gorda. Além disso, observa-se a existência de uma redistribuição da gordura corporal total associada com o avançar da idade, não apenas redirecionando essa gordura das extremidades para a região central, principalmente região abdominal, mas passando as reservas subcutâneas para os intramusculares e intraperitoniais (Hughes et al., 2004).

Sabe-se que o tecido adiposo visceral é mais ativo metabolicamente e apresenta uma razão elevada de lipólise, uma vez que as células adiposas nessa região têm mais afinidade à enzima lipase hormônio sensível (Perez-Martin, Raynaud & Mercier, 2001). A lipólise promove maior concentração plasmática de ácidos graxos e conseqüentemente menor captação de glicose pela musculatura esquelética, devido á inibição da atividade dos transportadores de glicose (GLUT4) induzindo assim à resistência á insulina (RI)

(Shulman, 2000). Assim, tanto o envelhecimento como a redistribuição da gordura corporal que ocorre com a idade, são fatores de risco para o desenvolvimento da RI.

Uma estratégia para minimizar tais modificações para os indivíduos que estão envelhecendo, é o envolvimento dos mesmos em rotinas de exercícios físicos regulares, uma vez que o sedentarismo tem sido cada vez mais adotado como estilo de vida predominante entre a população idosa, elevando assim os riscos à saúde (Rego et al., 1990).

Sabe-se que os exercícios físicos sistematizados levam a melhoria do desempenho, e que podem ainda, estar relacionados à melhoria da saúde. O treinamento com pesos (TP), no entanto, vem sendo altamente recomendado, embasado em sua eficiência na promoção da melhora da condição física, especialmente em idosos (Brooks et al., 2007; Taffe, 2006; Lemmer et al., 2001; Ishii, Yamakita, Sato, Tanaka & Fujii, 1998).

Estudos utilizando o TP em diferentes populações verificaram melhoras sobre a sensibilidade insulínica após períodos longos de treinamento (Brooks et al., 2007), assim como após uma única sessão de TP (Koopman et al., 2005), demonstrando com isso, a eficácia aguda e crônica do TP sobre a resistência à insulina, embora não estejam claros na literatura os efeitos do TP em idosos normoglicêmicos.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de 16 semanas de TP sobre a RI, composição corporal (CC) e força muscular (FM) em homens saudáveis com idades acima de 60 anos, visto que existe um reduzido número de estudos longitudinais com tais preocupações.

Material e Métodos

Amostra

Fizeram parte da amostra 18 indivíduos do sexo masculino separados, de acordo com sua disponibilidade de participar do programa, em grupo treinamento (GT), que foi submetido a 16 semanas de treinamento com pesos (TP) (n=10; 65±4 anos de idade; 82,42±12,32 kg de massa corporal; 103,43±10,68 cm de cintura; 27,56±3,31 kg/cm2 de IMC; 1,01±0,07 de RCQ), e grupo controle (GC), que permaneceu por todo o período experimental sem realizar nenhum tipo de exercícios físicos sistemáticos (n=8; 61±2 anos de idade; 84,45±13,10 kg de massa corporal; 102,88±11,05 cm de cintura; 28,49±4,32 kg/cm2 de IMC; 1±0,05 de RCQ).

Como critérios iniciais de inclusão, os sujeitos deveriam apresentar hábitos de vida não ativos (freqüência de atividade física regular menor que duas sessões por semana) (Voorrips, Ravelli, Dongelmans, Deurenberg & Staveren, 1991) e não terem participado regularmente de nenhum programa de treinamento ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do experimento. Foram excluídos os voluntários que apresentaram na avaliação clínica e/ou nos exames laboratoriais qualquer patologia ou outros complicadores que fossem considerados fatores de riscos para a prática regular de atividade física 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 testes.

Após serem conscientizados sobre os objetivos do projeto e concordando em participar do mesmo, os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e

esclarecido, sendo o estudo previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Instituição (parecer CEP 496/2005).

Projeto Experimental

Todos os testes de avaliação funcional foram realizados nas dependências da Unidade de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Educação Física da Unicamp. 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. Todas as medidas foram aferidas nos dois momentos do estudo (pré e pós 16 semanas), obedecendo a uma ordem seqüencial em relação aos testes e mesmo período do dia.

Composição Corporal

Foram mensuradas massa corporal e estatura, além de medidas das circunferências de cintura. Os indicadores da CC foram determinados pela técnica de Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA), onde as medidas foram realizadas no equipamento da marca Lunar, modelo DPX (Lunar Radiation Corporation, Madison, Wisconsin, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro, para a determinação da gordura corporal relativa (%G) e gordura absoluta (GA) além da massa livre de gordura (MLG).

Coleta de Sangue

Amostras de sangue foram coletadas após uma noite de jejum de doze horas. A glicose sérica de jejum foi determinada pelo método de glicose oxidase e a insulina sérica basal, através do método de quimioluminescência, ambas analisadas pelo Laboratório de Metabolismo e Diabetes da Universidade Estadual de Campinas (LIMED-UNICAMP).

Resistência à Insulina

A RI foi estimada através do Homeostasis Model Assessment (HOMA-IR), Os valores de glicose e insulina basal foram inseridos na fórmula para o cálculo do índice HOMA-IR:

{insulina plasmática de jejum (μM/ml) x glicose sérica de jejum (mmol/L)}/22.5

A partir deste índice obteve-se um indicativo da resistência à insulina e função da célula β dos indivíduos (Matthews et al., 1985).

Força Muscular

A FM foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) em três exercícios: supino em banco horizontal (bench press), preensão de pernas (leg press) e rosca direta de bíceps (arm curl), com padronização adotada conforme descrito na literatura (Brown & Weir, 2001). Previamente à aplicação dos testes, foi empregada uma sessão de treino na tentativa de reduzir os efeitos de aprendizagem da execução dos movimentos e estabelecer a reprodutibilidade dos testes nos três exercícios. Propôs-se então uma carga

moderada para o aquecimento com 10 repetições nos três exercícios, que também serviu para a padronização dos movimentos nos aparelhos. Em seguida, o voluntário teve três tentativas para executar pelo menos um movimento completo e correto, passando totalmente pelas fases excêntricas e concêntricas, nessa ordem. Quando o voluntário conseguiu realizar somente um movimento, anotou-se então sua carga máxima. A pausa entre as tentativas foi de três minutos.

Protocolo de Treinamento

O protocolo de TP foi monitorado e acompanhado por um educador físico. Este 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 três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras) com 60 minutos de duração, objetivando a melhora da resistência muscular localizada, onde os voluntários realizaram 10 exercícios para os principais grupos musculares, 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, com carga inicial de trabalho de aproximadamente 40% a 60% de 1RM, seguindo as recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2002). 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 etapa, procedimento este para gerar um aumento progressivo na carga além de uma quebra da homeostase do treinamento.

Foram realizados reajustes semanais nas cargas de treino com base nos números de repetições máximas, garantindo um aumento progressivo da carga, de modo que as mesmas se mantivessem dentro da faixa de percentual de 1RM pré-estabelecida.

Os voluntários tiveram a sua freqüência semanal controlada pelos pesquisadores, com uma média de participação mínima exigida de 85% das sessões.

Análise dos Dados

A análise descritiva da amostra foi feita utilizando o programa STATISTICA. Após a aplicação do teste de normalidade Shapiro Wilk's, foi efetuada a análise de variância de dois caminhos (Anova two-way), e quando detectada diferença entre os momentos iniciais dos dois grupos, análise de covariância (Ancova). Quando detectou-se diferença a partir da análise de variância, aplicou-se o post-hoc de Scheffè. Somente para os valores de insulina e HOMA, procedeu-se uma transformação de log de 10, para a normalização dos valores que não haviam apresentado distribuição normal. Em seguida, a análise efetuada foi de Ancova. A comparação entre as mudanças percentuais dos dados de cada grupo foi feita a partir do teste *t* de Student para amostras independentes. O nível de significância adotado foi $p<0,05$. Todos os dados são apresentados em média ± desvio padrão (DP).

Resultados

A tabela 1 mostra que para os indicadores de composição corporal, não existiu interação significativa do efeito grupo x tempo para a circunferência de cintura ($p>0,05$). O TP ocasionou reduções significativas ($p<0,01$) na %G (-4,73%) para o GT. Além disso, as mudanças percentuais do GT para a GA (-3,82%) e MLG (4,74%) após o período

experimental, foram diferentes significativamente quando comparadas com as alterações do GC (GA= 2,68% e MLG= -3,35%). Também foram observadas diferenças significativas entre os grupos para GA no momento pós.

A tabela 2 mostra o efeito do grupo e interação do efeito do grupo x tempo ($p<0,01$) para o teste de 1 RM nos exercícios supino reto, leg press e rosca direta, com aumentos significativos de: 41,95%; 30,15% e 15,83% respectivamente somente para o GT. As modificações percentuais nos três exercícios, assim como os valores no momento pós foram significativamente maiores no GT.

Tabela 1. Indicadores da composição corporal antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós).

Variáveis	GT (n=10)	GC (n=8)	Efeitos	F	P
Cintura (cm)			ANOVA		
Pré	103,43±10,68	102,88±11,04	Grupo	0,02	0,88
Pós	101,55±9,44	103,56±11,91	Momento	0,52	0,47
Δ%	-1,71±2,26	0,64±4,10	Grupo X Momento	2,36	0,14
%G			ANOVA		
Pré	31,77±5,20	31,77±4,34	Grupo	0,33	0,56
Pós	30,17±4,70*†	32,73±4,40	Momento	1,00	0,33
Δ%	-4,73±4,40$^{\alpha}$	3,11±3,67	Grupo X Momento	16,21	0,00
GA (kg)			ANOVA		
Pré	26,47±6,38	27,3±7,75	Grupo	0,27	0,60
Pós	25,34±5,91†	27,95±7,69	Momento	0,64	0,43
Δ%	-3,82±4,69 $^{\alpha}$	2,68±4,52	Grupo X Tempo	8,81	0,00
MLG (kg)			ANOVA		
Pré	55,45±6,84	57,32±6,55	Grupo	0,01	0,91
Pós	57,96±6,64	55,42±7,11	Momento	0,22	0,64
Δ%	4,74±5,79 $^{\alpha}$	-3,35±4,53	Grupo X Momento	11,53	0,00

Dados apresentados em média±DP. * Diferenças significativas entre os momentos pré e pós para o mesmo grupo; † Diferenças significativas entre grupos no pós; $^{\alpha}$ Diferença significativa entre os percentuais de mudança.

Tabela 2. Indicadores da força muscular (1RM) antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós).

Variáveis	GT (n=10)	GC (n=8)	Efeitos	F	P
Supino (kg)			ANOVA		
Pré	63,4±10,43	68,62±11,62	Grupo	3,75	0,07
Pós	89,3±12,25*†	65,75±10,29	Momento	22,47	0,00
Δ%	41,95±11,89$^{\alpha}$	-2,26±10,79	Grupo X Momento	35,09	0,00
Leg Press (kg)			ANOVA		
Pré	151,9±15,66	146,25±25,05	Grupo	4,74	0,04
Pós	197,7±34,35*†	160,25±15,29	Momento	25,73	0,00
Δ%	30,15±18,53 $^{\alpha}$	11,65±16,57	Grupo X Momento	7,27	0,01
Rosca Direta (kg)			ANOVA		
Pré	29,8±3,82	30,5±4,24	Grupo	1,17	0,29
Pós	34,4±4,4*†	29,75±3,77	Momento	8,79	0,00
Δ%	15,83±9,7 $^{\alpha}$	-1,84±9,18	Grupo X Momento	16,97	0,00

Dados apresentados em média±DP. * Diferenças significativas entre os momentos pré e pós para o mesmo grupo; † Diferenças significativas entre grupos no pós; $^{\alpha}$ Diferença significativa entre os percentuais de mudança.

A tabela 3 e figura 3 apresentam os resultados relacionados às variáveis metabólicas e sensibilidade à insulina. Foi encontrada, no entanto, uma diferença significativa (p<0,05) entre as alterações percentuais dos grupos, para a glicose de jejum.

Tabela 3. Indicadores metabólicos e de resistência à insulina antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós).

Variáveis	GT (n=10)	GC (n=8)	Efeitos	F	P
Glicose (mmol/L)			ANOVA		
Pré	4,77±0,50	5,17±0,70	Grupo	0,42	0,52
Pós	5,15±0,49	5,06±0,48	Momento	1,62	0,22
Δ%	7,32±10,35 $^{\alpha}$	-2,40±7,31	Grupo X Momento	5,69	0,03
Insulina (µM/ml)			ANOVA		
Pré	8,03±3,65	14,06±9,11	Grupo	3,93	0,06
Pós	6,58±3,61	10,75±5,10	Momento	6,11	0,02
Δ%	-13,72±35,28	-15,37±26,47	Grupo X Momento	0,00	0,10
HOMA			ANCOVA		
Pré	1,57±0,86	2,99±2,08	Grupo	3,68	0,07
Pós	1,37±0,82	2,19±1,21	Momento	3,96	0,06
Δ%	-6,54±38,97	-15,57±30,60	Grupo X Momento	0,24	0,63

Dados apresentados em média±DP; $^{\alpha}$ Diferença significativa entre os percentuais de mudança.

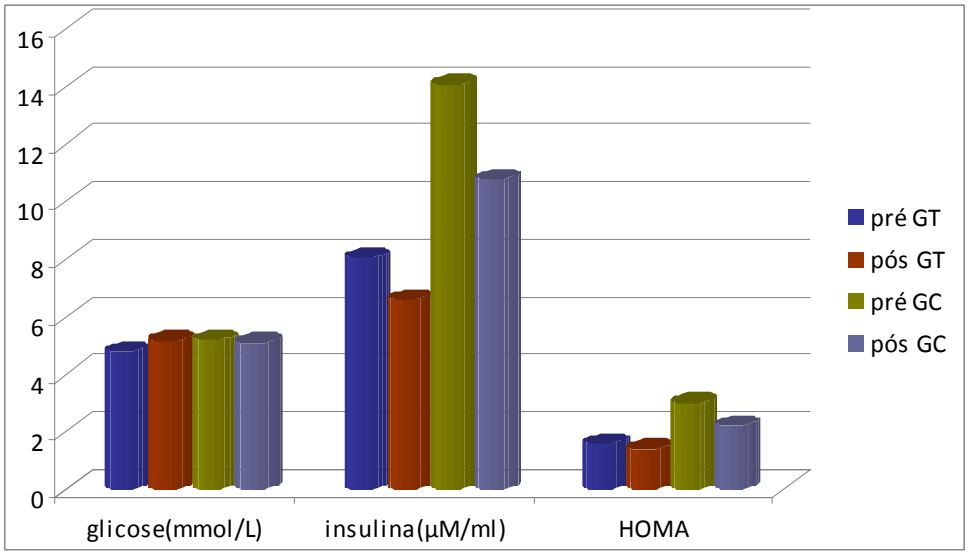

Figura 3. Valores médios de glicose e insulina basais e índice HOMA antes (pré) e após 16 semanas de TP (pós) para ambos os grupos estudados (GT e GC).

Discussão

O presente estudo objetivou determinar as adaptações morfológicas, funcionais, bem como a sensibilidade à insulina induzidas por 16 semanas de TP em homens idosos saudáveis. Na avaliação da circunferência da cintura dos indivíduos, percebe-se que ambos os grupos apresentam, no momento pré, valores acima da medida de 102 cm, preconizado para caracterização da síndrome metabólica (National Cholesterol Education Program [NCEP], 2001). Contudo, apesar das alterações não terem sido significativas, o GT demonstrou uma redução média percentual após o período de treinamento (-1,71%), enquanto o GC obteve um aumento médio percentual de 0,64%.

Quanto aos indicadores da CC, os indivíduos do grupo GT demonstraram alterações positivas como redução significativa no %G (p<0,01), redução da GA significativamente diferente do GC, que teve seus valores aumentados (Δ%), demonstrando a importância desta metodologia de treinamento no sentido de contribuir na modificação dos componentes de CC relacionados a risco cardiovascular (Després & Lemieux, 2006). 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 RI (Kern, Ranganathan, Li, Wood, & Ranganathan, 2001). Outro fato refere-se às investigações acerca da gordura visceral que demonstraram estreita relação desta com a incidência da RI (Kahn & Hull, 2006; Kohrt et al., 1993; Després & Lemieux, 2006).

Ainda sobre os resultados da CC, pôde-se constatar a influência benéfica do TP na mudança da MLG para o GT (4,74%). Esta alteração foi significativamente diferente quando comparado ao percentual de modificação do GC, onde observou-se uma redução de 3,35% na MLG após o período experimental. Esse resultado torna-se importante, em vista das dificuldades da manutenção e ganho de MLG que ocorrem a partir dos 35 anos de idade, especialmente em indivíduos pouco ativos (Taffe, 2006).

Por outro lado, o TP demonstra ser importante para o aumento da síntese protéica mesmo em idosos com mais de 76 anos de idade (Yarasheski et al., 1999). Como conseqüência, observa-se aumento da MLG que, por sua vez, pode melhorar a captação de glicose pelo músculo esquelético devido ao aumento das proteínas transportadoras de glicose (GLUT 4) (Kim, Lee & Kim, 2004), funcionalmente importante para a melhora da ação da insulina (Garcia-Roves et al., 2003; Kim, Lee & Kim, 2004).

Em relação à força muscular, de acordo com a literatura, ganhos deste indicador em idosos muitas vezes são devidos a aumentos no volume e ativação muscular (Morse et al., 2005). Neste estudo, observamos aumentos significativos da FM no GT (tabela 2) em todos os grupos musculares avaliados. Paralelamente a este fato, observamos aumentos no Δ%MLG do GT, indicando que tanto os aspectos neurais como os hipertróficos podem ter contribuído para os ganhos de força muscular no grupo estudado.

Assim, o aumento da FM em idosos caracteriza-se como importante fator contra o desenvolvimento de doenças pertencentes à chamada síndrome metabólica, categoria da qual faz parte a RI, uma vez que existe uma relação inversa entre níveis de FM e incidência da síndrome metabólica, tanto em homens (Jurca et al., 2005) quanto em mulheres (Wijndaele et al., 2007).

Considerando que o TP utiliza predominante o glicogênio muscular como substrato energético, exercendo um efeito regulador na captação de glicose durante a contração muscular, a conseqüente redução do glicogênio muscular durante a atividade está relacionada a maior captação de glicose sanguínea pelo músculo, estimulada pela ação da insulina (Richter et al., 2001). Desta forma, dentre as metodologias utilizadas para a avaliação da RI, alguns trabalhos compararam a técnica padrão ouro clamp euglicêmico hiperinsulinêmico (CLAMP) com o HOMA. Bonora et al., (2000) demonstraram uma forte correlação entre a disponibilidade de glicose total medida pelo CLAMP e a sensibilidade à insulina estimada pelo HOMA ($r = -0.820$, $p < 0,0001$), independentemente do gênero, idade, obesidade, diabetes e hipertensão.

Nesse sentido, os achados do presente estudo, não mostraram uma possível interferência benéfica do TP sobre a RI avaliada por HOMA-IR em homens idosos e

saudáveis, provavelmente devido à pequena magnitude das alterações da GA e MLG não interferindo desta forma na RI, embora tenha ocorrido melhoras significativas nos indicadores de CC e FM. Estes dados se assemelham aos resultados encontrados por algumas pesquisas que também utilizaram essa metodologia de treinamento em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 (Després & Lemiex, 2006; Dustan et al., 2005). Comportamentos similares foram encontrados em mulheres idosas saudáveis não obesas após um programa de TP de seis meses (Goulet et al., 2005).

Dunstan et al. (2005) se propuseram a investigar as alterações na CC e no controle glicêmico em resposta ao TP de alta intensidade na sala de musculação e treinamento realizado em domicílio utilizando halteres e tornozeleiras com duração de 6 meses em idosos de ambos os gêneros. Os autores não encontraram nenhuma diferença em relação à glicose basal, insulina sérica e sensibilidade insulínica estimada pelo HOMA-IR para ambos os grupos estudados.

Fenicchia et al. (2004) após avaliarem os efeitos agudos e crônicos de seis semanas de TP sobre os níveis de glicose plasmática e insulina em mulheres com diabetes mellitus tipo 2, também não encontraram alterações significativas induzidas pelo TP sobre a concentração sangüínea de nenhum dos dois fatores metabólicos.

No presente estudo, após o período experimental, foram mantidos os valores de normalidade para RI abaixo do ponto de corte de 2,71 proposto para a população brasileira (Geloneze, Repetto, Geloneze, Tambascia & Ermetice, 2006) em ambos os grupos. Apesar das reduções observadas não serem significativas para os valores de HOMA-IR após o período de treino, as alterações percentuais foram maiores para o GC, que podem ter sido influenciadas por diferentes fatores, como por exemplo, hábitos nutricionais não controlados no presente estudo, além de não haver características de DM2 e obesidade nos

grupos, com isso pequenas oscilações dos valores de HOMA IR foram consideradas normais.

Assim, os benefícios do TP sobre o metabolismo da insulina e glicose em indivíduos envelhecendo não estão claros. Poucos são os trabalhos que avaliam a influência do TP sobre a RI em indivíduos saudáveis com idades acima de 60 anos (Ishii, Yamakita, Sato, Tanaka & Fujii, 1998; Koopman et al., 2005; Goulet et al., 2005). Desta forma, foi uma das preocupações do presente estudo, buscar analisar uma metodologia de treinamento físico que pudesse auxiliar na prevenção da RI, intolerância à glicose e até mesmo o desenvolvimento do diabetes mellitus tipo 2, uma vez que a maioria dos estudos enfoca indivíduos não saudáveis, em especial os obesos (Ibañes et al., 2005; Klimcakova et al., 2006; Ferrara, Goldberg, Ortmeyer & Ryan, 2006; Brooks et al., 2007).

Conclusão

Após o programa de TP proposto observamos significativos aumentos na FM, bem como, reduções significativas na gordura corporal relativa do grupo treinado, resultados estes importantes para prevenção de doenças cardiovasculares. No entanto, não foram observadas alterações significativas na glicemia, insulina e sensibilidade à insulina em ambos os grupos estudados após o período experimental. Assim, a realização do TP constitui-se em condição importante para alterações benéficas em alguns componentes que podem levar ao desenvolvimento da síndrome metabólica, mesmo sobre as alterações dos valores da RI. O presente estudo demonstrou-se importante ainda visto a carência na literatura de trabalhos avaliando a influência do TP sobre a RI, CC e FM em idosos saudáveis, uma vez que a maioria dos estudos utiliza-se ou do TA, ou de tratamento medicamentoso ou ainda, de indivíduos já portadores de doença, no caso DM2. Estudos

adicionais utilizando diferentes métodos e períodos de treinamento, e até diferentes métodos de avaliação para sensibilidade a insulina, poderão auxiliar nas conclusões acerca da prescrição do TP como método preventivo da RI para a população de homens idosos saudáveis.

Referências

American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (2): 364-80, 2002.

Bonora E, Targher G, Alberiche M, et al. Homeostasis model assessment closely mirrors the glucose clamp technique in the assessment of insulin sensitivity. *Diabetes Care*. 2000; 23 (1): 57-63.

Brooks N, Layne JE, Gordon PL, Roubenoff R, Nelson ME, Castaneda-Sceppa C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int. J. Med. Sci*. 2007; 4(1): 19-27.

Brown LE, Weir JP. ASEP procedural recommendations I: accurate assessment of muscular strength and power. *J. Exerc. Phys.* 2001; 4: 1-21.

Després JP, Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *NATURE.* 2006; 444 (14): 881-7.

Dunstan DW, Daly RM, Owen N, et al. Home-Based resistance training is not sufficient to maintain improved glycemic control following supervised training in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2005; 28 (1): 3-9.

Fenicchia LM, Kanaley JA, Azevedo Júnior JL, et al. Influence of resistance exercise training on glucose control in women with type 2 diabetes. *Metabolism.* 2004; 53(3): 284-9.

Ferrara CM, Goldberg AP, Ortmeyer HK, Ryan AS. Effects of aerobic and resistive exercise training on glucose disposal and skeletal muscle metabolism in older men. *Journal of Gerontology*. 2006; 61-A(5): 480-7.

Garcia-Roves, P.M., Han, D.H., Song, Z., Jones, T.E., Hucker, K.A., & Holloszy, J.O.. Prevention of glycogen supercompensation prolongs the increase in muscle GLUT4 after exercise. American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism, **285**, E729-E736, (2003).

Geloneze B, Repetto EM, Geloneze SR, Tambascia MA, Ermetice MN. The threshold value for insulin resistance (HOMA-IR) in an admixtured population: IR in the Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Diabetes Research and Clinical Practice.* 2006; 72 (2): 219-220.

Goulet EDB, Mélançon MO, Dionne IJ, Leheudre MA. No sustained effect of aerobic or resistance training on insulin sensitivity in nonobese, healthy older women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2005, 13, 314-326.

Hughes VA, Roubenoff R, Wood M, Frontera WR, Evans WJ, Fiatarone Singh MA. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *Am. J. Clin. Nutr.* 2004; 80: 475– 82.

Ibañez J, Izquierdo M, Argüelles I, et al. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2005; 28 (3): 662–7.

Ishii T, Yamakita T, Sato T, Tanaka S, Fujii S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care.* 1998; 21(8): 1353-5.

Jurca R, Lamonte MJ, Barlow CE, Kampert JB, Church TS, Blair, SN. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2005; 1849-55,

Kahn, S.E.; Hull, R.L.; Utzschneider, K.M. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *NATURE***,** Vol 444 (840-6), 14 December 2006.

Kern, P.A., Ranganathan, S., Li, C., Wood, L., & Ranganathan, G. (2001). Adipose tissue tumor necrosis factor and interleukin-6 expression in human obesity and insulin resistance. American Journal of Physiology. *Endocrinology and Metabolism*, **280**, E745-E751.

Kim, H.J.; Lee, J.S.; Kim, C.K. Effect of exercise training on muscle glucose transporter 4 protein and intramuscular lipid content in elderly men with impaired glucose tolerance. *Eur J Appl Physiol*, 93: 353–358, 2004.

Klimcakova E, Polak J, Moro C, et al. Dynamic strength training improves insulin sensitivity without altering plasma levels and gene expression of adipokines in subcutaneous adipose tissue in obese men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2006; 91 (12): 5107–12.

Kohrt, W.M.; Kirwan, J.P.; Staten, M.A.; Bourey, R.E.; King, D.S.; Holloszy, J.O. Insulin resistance in aging is related to abdominal obesity. *Diabetes***,** 42, n2: 273(9), Feb 1993.

Koopman, R.; Manders, R.J.F.; Zorenc, A.H.G. et al. A single session of resistance exercise enhances insulin sensitivity for at least 24 h in healthy men. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2005; 94: 180–7.

Lemmer TJ, Ivey FM, Ryan AS, et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001; 33 (4): 532-41.

Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985; 28: 412–9.

Morse CI, Thom JM, Mian OS, Muirhead A, Birch KM, Narici MV. Muscle strength, volume and activation following 12-month resistance training in 70-year-old males. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2005; 95: 197–204.

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.

Pérez-Martin A, Raynaud E, Mercier J. Insulin resistance and associated metabolic abnormalities in muscle: effects of exercise. *Obesity Reviews*. 2001; 2: 47-59.

Rego RA, Berardo FAN, Rodrigues SSR, et al. Fatores de risco para doenças crônicas não-transmissíveis: inquérito domiciliar no Município de São Paulo, SP (Brasil). metodologia e resultados preliminares. *Rev. Saúde Públ*. 1990; 24: 277-85.

Richter, E. A., W. Derave, and J. F. P. Wojtaszewski. Glucose, exercise and insulin: emerging concepts. *J. Physiol.* 535:313-322, 2001.

Shulman GI. Cellular mechanisms of insulin resistance. *Journal of Clinical Investigation*. 2000; 106: 171-6.

Taffe DR. Sarcopenia: exercise as a treatment strategy. *Australian Family Physician*. 2006; 35 (3): 130-3.

Voorrips LE, Ravelli ACJ, Dongelmans PCA, Deurenberg P, Staveren WAV. A physical activity questionnaire for the elderly. *Med. Sci. Sports Exerc*. 1991; 23 (8): 974-9.

Wijndaele K, Duvigneaud N, Matton L, et al. Muscular strength, aerobic fitness, and metabolic syndrome risk in flemish adults. *Med. Sci. Sports Exercise*. 2007; 39 (2): 233-41.

Wilson M-MG, Morley JE. Physiology of aging invited review: aging and energy balance. *J. Appl. Physiol*. 2003; 95: 1728–36.

Yarasheski KE, Pak-Loduca J, Hasten DL, Obert KA, Brown MB, Sinacore DR. Resistance exercise training increases mixed muscle protein synthesis rate in frail women and men ≥76 yr old. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 1999; 277 (40): E118–E125.

6. CONCLUSÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO

Após o TP desenvolvido no presente estudo observamos significativos aumentos dos indicadores de FM, bem como, reduções significativas na gordura corporal relativa do grupo treinado, resultados estes importantes para prevenção de doenças cardiovasculares.

No entanto, não foram observadas alterações significativas na glicemia e insulinemia de jejum, e na RI avaliada pelo índice HOMA-IR em ambos os grupos estudados após o período experimental.

Foi constatado então que 16 semanas de TP foram suficientes para produzir, no grupo treinamento, resultados favoráveis sobre os indicadores de CC e FM, apresentando, porém uma pequena alteração na RI.

Deve ser considerado, no entanto que, a prática de exercícios físicos regulares, ou seja, o desenvolvimento de um programa adequado de treinamento físico constituiu-se em condição importante os voluntários estudados, visto que neste estudo obtivemos alterações benéficas em alguns dos componentes que podem levar ao desenvolvimento da síndrome metabólica, e que também podem influenciar no desenvolvimento da RI.

O presente estudo tentou contribuir ainda com os dados da literatura que ainda não esclareceram a influência do TP sobre a RI, CC e FM em idosos saudáveis e normoglicêmicos, uma vez que a maioria dos estudos reporta-se aos efeitos do TA, do tratamento medicamentoso ou ainda, de indivíduos já portadores de doença, no caso DM2.

Estudos adicionais utilizando diferentes metodologias e duração do treinamento, ou ainda, diferentes métodos de avaliação para resistência e/ou sensibilidade à insulina, poderão auxiliar nas conclusões acerca da utilização do TP como um método preventivo da RI para a população de homens idosos aparentemente saudáveis.

7. REFERÊNCIAS DA DISSERTAÇÃO

ACSM. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (2): 364-80, 2002.

_____ Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in adults. *Med. Sci. Sports. Exerc.,* 30:975-991, 1998b.

Antoniazzi, R.M. C.; Portela, L.O.C.; Dias, J.F.S.; Sá, C.A; Matheus, S.C; Roth, M.A.; Moraes, L.B.; Radins, E.; Moraes, J.O. Alterações do Vo_2máx de indivíduos com idades entre 50 e 70 anos, decorrente de um programa de treinamento com pesos. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. v.4, n.3, 1999.

Ascaso, J.F.; Pardo, S.; Real, J.T.;Lorente, R.I.; Priego, A.; Carmena, R. Diagnosing Insulin Resistance by Simple Quantitative Methods in Subjects With Normal Glucose Metabilism. *Diabetes Care*, 26(12), 3320-3325, 2003.

Baker, J.R.; Bemben, M.G.; Anderson, M.A.; Bemben, D.A. Effects of age on testosterone responses to resistance exercise and musculoskeletal variables in men. *J. Strength Cond. Res*. 20(4):874–881. 2006.

Baron, A.D.; Brechtel, G.; Wallace, P.; Edelman, S.V. Rates and tissue sites of non-insuln and insulin-mediated glucose uptake in human. *Am. J. Phisiol*., 255:E769-E774, 1998.

Baumgartner, R.N.; Koehler, K.M.; Gallagher, D.; Romero, L.; Heymsfield, S.B.; Ross, R.R.; Garry, P.J.; Lindeman, R.D. Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, 147: 755-63, 1998.

Beaufrere, B.; Morio, B. Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations. *Eur J Clin Nutr*, 54(suppl):S48 –53, 2000.

Bergman, R.N.; Ader, M. Free Fatty Acids and Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus. *Trends Endocrinol. Metab*., 11(9):351-356, 2000.

Bonora, E.; Targher, G.; Alberiche, M.; Bonadonna, R.C.; Saggiani, F.; Zenere, M.B.; Monauni, T.; Muggeo, M. Homeostasis model assessment closely mirrors the glucose clamp technique in the assessment of insulin sensitivity. *Diabetes Care*, 23:57-63, 2000.

Brooks, N.; Layne, J.E.; Gordon, P.L.; Roubenoff, R.; Nelson, M.E.; Castaneda-Sceppa, C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int. J. Med. Sci.*, 4(1):19-27, 2007.

Brown LE, Weir JP. ASEP procedural recommendations I: accurate assessment of muscular strength and power. *J. Exerc. Phys.* 2001; 4: 1-21.

Callaway, C.W. et al. Circumferences. In: Lohman, T.G. et al. (Ed.) *Anthropometric standardizing reference manual.* Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, p.39-54, 1988.

Campbell, W.W.; Crim, M.C.; Young, V.R.; Evans, W. Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.60, n.2, p.167-175, 1994.

Catai, A. M.; Chacon-Mikahil, M. P. T; Martinelli, F. S.; Forti, V. A. M.; Silva, E.; Golfetti, R.; Martins, L. E. B.; Szrajer, J. S.; Wanderley, J. S.; Lima Filho, E. C.; Marin Neto, J. A.; Maciel, B. C.; Gallo Jr., L. Effects of Aerobic Exercise Training on the Heart Rate Variability in Awake and Sleep Conditions and Cardioreespiratory Responses of Young and Middle-Aged Healthy Men. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research, Brasil*: , v. 35, n. 6, p 741-752, 2002.

Cercato, C. Hormônios na Obesidade. In: Lancha Jr, A.H. *Obesidade: uma abordagem multidisciplinar*, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2006.

Chacon-Mikahil, M.P.T. *Estudo da Variabilidade da Freqüência Cardíaca nos Domínios do Tempo e da Freqüência Antes e Após o Treinamento Físico Aeróbio em Homens de Meia-Idade*. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas, 1998 (Tese de doutorado).

Chacon-Mikahil, M.P.T.; Forti, V.A.M.; Catai, A.M.; Srajer, J.S.; Golfetti, R.; Martins, L.E.B.; Lima-Filho, E.C.; Wanderley, J.S, Martin-Neot, J.A.; Maciel, B.C.; Gallo Jr, L. Cardiorespiratory adaptations induced by aerobic training in middle-aged men: the importance of a decrease in sympathetic stimulation for the contribution of dynamic exercise tachycardia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 31, n. 5, p. 705-712, 1998.

Cusi, K; Maezono, K; Osman, A; Pendergrass, M; Patti, M.E.; Pratipanawatr, T.; DeFronzo, R.A.; Kahn, C.R.; Mandarino, L.J. Insulin resistance differentially affects the PI 3-kinase- and MAP kinase-mediated signaling in human muscle. *J Clin Invest***,** 105:311-20, 2000.

DeFronzo, R.A. Glucose intolerance and aging: evidence for tissue insensitivity to insulin. *Diabetes*;28:1095-1101, 1979.

Dela, F.; Mikines, K. J.; Larsen, J. J.; Galbo, H. Glucose clearance in aged trained skeletal muscle during maximal insulin with superimposed exercise. *J. Appl. Physiol*. 87(6): 2059–2067, 1999.

Després, J.P.; Lemieux, I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *NATURE*,Vol 444,14 December 2006.

Dey, S.K.; Ghosh, C.; Debray, P.; Chatterjee, M. Coronary artery disease risk factors & their association with physical activity in older athletes. *Journal of Cardiovascular Risk,* 9:383–392, 2002.

Doherty,T.J. The influence of aging and sex on skeletal muscle mass and strength. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 4:503-508, 2001.

Doherty, T.J.; Vandervoort, A.A.; Taylor, A.W.; Brow, W.F. Effects of motor unit losses on strength in older men and women. *Journal of Applied Physiology*. v. 74, n. 2. p. 868-874, 1993.

Dominguez, L.J.; Galioto, A.; Ferlisi, A.; Pineo, A.; Putignano, E.; Belvedere, M.; Costanza, G.; Barbagallo, M. Ageing, Lifestyle Modifications, and Cardiovascular Disease in Developing Countries. *J Nutr Health Aging***,** Mar-Apr,10(2):143-9, 2006.

Dunstan, D.W.; Daly, R.M.; Owen, N.; Jolley, D.; Vulikh, E.; Shaw, J.; Zimmet, P. Home-Based Resistance Training Is Not Sufficient to Maintain Improved Glycemic Control Following Supervised Training in Older Individuals With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care***,** 28, 1, Health Module pg. 3, Jan 2005.

Fenicchia, L.M.; Kanaley, J.A.; Azevedo Jr, J.L.; Miller, C.S.; Weinstock, R.S.; Carhart, R.L.; Ploutz-Snyder, L.L. Influence of Resistance Exercise Training on Glucose Control in Women With Type 2 Diabetes, *Metabolism,* Vol 53, No 3 (March): pp 284-289, 2004.

Ferrara, C.M.; Goldberg, A.P.; Ortmeyer, H.K.; Ryan, A.S. Effects of Aerobic and Resistive Exercise Training on Glucose Disposal and Skeletal Muscle Metabolism in Older Men, *Journal of Gerontology*, 61-A(5): 480-487, 2006.

Fiatarone, M.A.; Marks, E.C.; Ryan, N.D.; Meredith, C.N.; Lipsitz, L.A.; Evans, W.J. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *Journal of the American Medical Association*, v. 263, n.22, p. 3029-3034, 1990.

Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Johnson CL. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999–2000. *JAMA,* 288:1723–7, 2002.

Foreyt, J.; Goodrick, K. Comment " The Ultimate Triumph of Obesity". *Lancet*, 346: 134-5, 1995.

Forti, V. A. M. *Influência do Treinamento Físico Aeróbio sobre as Respostas Cardiovasculares e Respiratórias em Mulheres na Menopausa Com e Sem Terapia de Reposição Hormonal***.** Campinas. Faculdade de Educação Física. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 209 f., 1999.

Forti, V. A. M.; Chacon-Mikahil, M. P. T. Qualidade de vida e atividade física na terceira idade. In: GONÇALVES, A.; VILARTA, R. *Qualidade de Vida e Atividade Física-Explorando Teorias e Práticas*, Barueri: Manole, p.227-256, 2004.

Frontera, W.R.; Hughes, V.A.; Fielding, R.A.; Fiatarone, M. A.; Evans, W.J.; Roubenoff, R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol***,** 88: 1321–1326, 2000.

Garcia-Roves, P.M., Han, D.H., Song, Z., Jones, T.E., Hucker, K.A., & Holloszy, J.O.. Prevention of glycogen supercompensation prolongs the increase in muscle GLUT4 after exercise. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 285, E729-E736, (2003).

Garvey, W.T.; Maianu, L.; Zhu, J.H.; Brechtel-Hook, G.; Wallace, P.; Baron, A.D. Evidence for defects in the traffickingand translocation of GLUT 4glucose transporters in skeletal muscle as as a cause of human insulin resistance. *J. Clin. Invest*., 101:2377-2386, 1998.

Geloneze, B.; Repetto, E.M.; Geloneze, S.R.; Tambascia, M.A.; Ermetice, M.N. The threshold value for insulin resistance (HOMA-IR) in an admixtured population: IR in the

Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Diabetes Research and Clinical Practice*, Volume72, Issue2, Pages 219-220, May2006.

Goodpaster, B.H.; Krishnaswami, S.; Harris, T.B.; Katsiaras, A.; Kritchevsky, S.B.; Simonsick, E.M.; Nevitt, M.; Holvoet, P.; Newman, A.B. Obesity, regional body fat distribution and the metabolic syndrome in older men and women. *Archives of Internal Medicine*;165:777-783,2005.

Gordon, C.C.; Chumlea, W.C.; Roche, A.F. Stature, Recumbent Length, Weight. In: Lohman, T.G. et al. (Ed.) *Anthropometric standardizing reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, p.3-8, 1988.

Goulet EDB, Mélançon MO, Dionne IJ, Leheudre MA. No sustained effect of aerobic or resistance training on insulin sensitivity in nonobese, healthy older women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2005, 13, 314-326.

Haffner, S.M.; Miettinen, H. Insulin Resistance Implications for Type II Diabetes Mellitus and Coronary Heart Disease. *Am J Med***.,** 103:152–162, 1997.

Hass, C.J.; Feigenbaum, M.S.; Franklin, B.A. Prescription of Resistance Training for Healthy Populations. *Sports Medicine*, v.31, n.14, p. 954-964, 2001.

Hollmann, W.; Hettinger, T. *Medicina do Esporte: Fundamentos Anatômico-Fisiológicos para a Prática Esportiva***.** 4 ed. Barueri,SP: Manole, 2005.

Hotamisligil, G.S.; Peraldi, P.; Budavari, A.; Ellis, R. White, M.F.; Spiegelman, B.M. IRS-1-mediated inhibition of insulin receptor tyrosine kinase activity in TNF-α and obesity-induced insulin resistance. *Science*, 271(5249):665-668, 1996.

Hughes, V.A; Roubenoff, R.; Wood, M.; Frontera, W.R.; Evans, W.J.; Fiatarone Singh, M.A. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *Am J Clin Nutr*, 80:475– 82, 2004.

Hunter, G.R.; Wetzstein, C.J.; Mclafferty, C.L.Jr, Zuckerman, P.A.; Landers, K.A.; Bamman, M.M. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Medicine and Science and Sports Exercise*. v.33, n.10, p.1759-1764, 2001.

Hurley, B.F.; Roth, S.M. Stregth Training in the Elderly. *Sports Medicine*; 30(4): 249-268, 2000.

Hwang, J.H.; Pan, J.W.; Heydari, S.; Hetherington, H.P.; Stein, D.T. Regional differences in intramyocellular lipids in humans observed by in vivo1H-MR spectroscopic imaging. *J. Appl. Physiol***.**, 90(4): 1267-1274, 2001.

Ibañez, J.; Izquierdo, M.; Argüelles, I.; Forga, L.; Larriòn, J.L.; Garcìa-Unciti, M.; Idoate, F.; Gorostiaga, E.M. Twice-Weekly Progressive Resistance Training Decreases Abdominal Fat and Improves Insulin Sensitivity in Older Men With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 28:662–667, 2005.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Projeção da População – Grupos especiais de idade – 60 anos e mais. http://www.ibge.gov.br/series_estatisticas/exibedados.php?idnivel=BR&idserie=POP312. Acesso em: julho/2008.

Ishii, T.; Yamakita, T.; Sato, T.; Tanaka, S.; Fujii, S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care***.** 21(8): 1353-1355, 1998.

Jurca, R.; Lamonte, M.J.; Barlow, C.E.; Kampert, J.B.; Church, T.S.; Blair, S.N. Association of Muscular Strength with Incidence of Metabolic Syndrome in Men, *Med Sci Sports Exercise*, 1849-55, 2005

Kahn, S.E.; Hull, R.L.; Utzschneider, K.M. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *NATURE***,** Vol 444 (840-6), 14 December 2006.

Kern, P.A., Ranganathan, S., Li, C., Wood, L., & Ranganathan, G. (2001). Adipose tissue tumor necrosis factor and interleukin-6 expression in human obesity and insulin resistance. American Journal of Physiology. *Endocrinology and Metabolism*, 280, E745-E751.

Kim, H.J.; Lee, J.S.; Kim, C.K. Effect of exercise training on muscle glucose transporter 4 protein and intramuscular lipid content in elderly men with impaired glucose tolerance. *Eur J Appl Physiol*, 93: 353–358, 2004.

Klimcakova, E.; Polak, J.; Moro, C.; Hejnova, J.; Majercik, M.; Viguerie, N.; Berlan, M.; Langin, D.; Stich, V. Dynamic Strength Training Improves Insulin Sensitivity without Altering Plasma Levels and Gene Expression of Adipokines in Subcutaneous Adipose Tissue in Obese Men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 91(12):5107–5112, 2006.

Kohrt, W.M.; Kirwan, J.P.; Staten, M.A.; Bourey, R.E.; King, D.S.; Holloszy, J.O. Insulin resistance in aging is related to abdominal obesity. *Diabetes***,** 42, n2: 273(9), Feb 1993.

Koopman, R.; Manders, R. J. F.; Zorenc, A. H. G.; Hul, G. B. J.; H Kuipers, H.; Keizer, H. A.; Van Loon, L. J. C. A single session of resistance exercise enhances insulin sensitivity for at least 24 h in healthy men. *Eur J Appl Physiol***,** 94: 180–187, 2005.

Kraemer,W.J.; Häkkinen, K.; Newton, R.U.; Nindl, B.C.; Volek, J.S.; McCormick, M.; Gotshalk, L.A.; Gordon, S.E.; Fleck, S.J.; Campbell, W.W.; Putukian, M.; Evans, W.J.

Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J. Appl. Physiol*. 87(3): 982–992, 1999.

Kroder, G.; Bossenmaier, B.; Kellerer, M.; Capp, E.; Stoyanov, B.; Mühlhöfer, A.; Berti, L.; Horikoshi, H.; Ullrich, A.; Häring, H. Tumor Necrosis Factor-α and Hyperglycemia-induced Insulin Resistance: Evidence for Different Mechanisms and Different Effects on Insulin Signaling. *J. Clin. Invest*., Volume 97, Number 6, 1471–1477, March 1996.

Kyle, U.G.; Morabia, A.; Schutz, Y.; Pichard, C. Sedentarism Affects Body Fat Mass Index and Fat-Free Mass Index in Adults Aged 18 to 98 Years, *Nutrition,* 20:255–260, 2004.

LaMonte, M.J.; Blair, S.N.; Church, T.S. Physical activity and diabetes prevention. *J Appl Physiol***,** 99: 1205–1213, 2005.

Lee, Y.; Hirose, H.; Ohneda, M.; Johnson, J.H.; Mcgarry, J.D.; Unger, R.H. β-cell lipotoxicity in the pathogenesis of non insulin dependent DM of obese rats: impairment in adipocyte- β-cell relationships. *Proc Natl Acad Sci USA*, 91, 1994.

Lemmer, T.J.; Hurlbut, D.E.; Martel, G.F.; Tracy, B.L.; Ivey, F.M.; Metter, E.J.; Fozard, J.L.; Fleg, J.L.; Hurley, B.F. Age and gender responses to strength training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.32, n.8, p.1505-1512, 2000.

Lemmer, T.J.; Ivey, F.M.; Ryan, A.S.; Martel, G.F.; Hurlbut, D.E.; Metter, E.J.; Fozard, J.L.; Fleg, J.L.; Hurley, B.F. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.33, n.4, p.532-541, 2001.

Matsudo, S. M.; Matsudo, V.K.R.; Barros Neto,T.L. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev. Bras. Ciên. e Mov.* 8 (4): 21-32, 2000.

Matthews, D.R.; Hosker, J.P.; Rudenski, A.S.; Naylor, B.A.; Treacher, D.F.; Turner, R.C. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, 28: 412–419, 1985.

Miller, J.P.; Pratley, R.E.; Goldberg, A.P.; Gordon, P.; Rubin, M.; Treuth, M.S.; Ryan, A.S.; Hurley, B.F. Strength training increases insulin action in healthy 50-65 year old men. *Journal of Applied Physiology*; 77:1122-7, 1994.

Mokdad AH, Serdula MK, Dietz WH, Bowman BA, Marks JS, Koplan JP. The spread of the obesity epidemic in the United States, 1991–1998. *JAMA*, 282:1519 –22, 1999.

Morse, C.I.; Thom, J.M.; Mian, O.S.; Muirhead, A.; Birch, K.M.; Narici, M.V. Muscle strength, volume and activation following 12-month resistance training in 70-year-old males. *Eur J Appl Physiol***,** 95: 197–204, 2005.

Muoio, D.M.; Koves, T.R. Lipid-induced metabolic dysfunction in skeletal muscle, *Novartis Found Symp*,286:24-38; discussion 38-46, 162-3, 196-203, 2007.

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***,** 285:2486–2497, 2001.

O'Leary, V.B.; Marchetti, C.M.; Krishnan, R.K.; Stetzer, B.P.;Gonzalez, F.; Kirwan, J.P. Exercise induced reversal of insulin resistance in obese elderly is associated with reduced visceral fat. *J Appl Physiol***.,** 100: 1584–1589, 2006.

Pèrez-Martin, A.; Raynaud, E.; Mercier, J. Insulin Resistane and Associated Metabolic Abnormalities in Muscle: effects of exercise. *Obesity Reviews*, 2, 47-59, 2001.

Pessin, J.E.; Saltiel, A.R. Signaling pathways in insulin action: molecular targets of insulin resistance. *J Clin Invest***,** 106:165-9, 2000.

Powell, K.E.; Blair, S.N. The public health burdens of sedentary living habits: Theoretical but realistic estimates. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 851–856, 1994.

Proctor, D.N.; Meltoniii, L.J.; Khosla, S.; Crowson, C.S.; O'connor, M.K.; Riggs, B.L. Relative Influence of Physical Activity, Muscle Mass and Strength on Bone Mineral Density. *Osteoporosis International*; 11:944-952, 2000.

Rego, R.A.; Berardo, F.A.N.; Rodrigues, S.S.R.; Oliveira, Z.M.A.; Oliveira, M.B.; Vasconcellos, C.; Aventurate, L.V.O.; Moncau, J.E.C.; Ramos, L.R. Fatores de risco para doenças crônicas não-transmissíveis: inquérito domiciliar no Município de São Paulo, SP (Brasil). Metodologia e resultados preliminares. *Rev. Saúde públ*., S. Paulo, 24: 277-85,1990.

Rhoades, D.A.; Welty, T.K.; Wang, W.; Yeh, F.; Devereux, R.B.; Fabsitz, R.R.; Lee, E.T.; Howard, B.V. Aging and the Prevalence of Cardiovascular Disease Risk Factors in Older American Indians: The Strong Heart Study. *Journal of the American Geriatrics Society***,** 55:87–94, 2007.

Richter, E. A., W. Derave, and J. F. P. Wojtaszewski. Glucose, exercise and insulin: emerging concepts. *J. Physiol.* 535:313-322, 2001.

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

Safeer, R.S.; Ugalat, P.S. Cholesterol Treatment Guidelines Update. *American Family Physician*; 65(5):871-880, 2002.

SBGG - Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia. OSTEOPOROSE. Disponível em: **http://www.sbgg.org.br/publico/artigos/osteoporose.htm.** Acesso em: 01 junho/2005.

Sharma, A.M. "Adipose Tissue: a mediator of cardiovascular risk**".** *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord***.**, Dec;26 Suppl 4:S5-7, 2002.

Shimokata, H.; Muller, D.C.; Fleg, J.L.; Sorkin, J.; Ziembra, A.W.; Andres, R. Age as Independent Determinant of Glucose Tolerance. *Diabetes*; 40: 44-51, 1991.

Shulman, G.I. Cellular mechanisms of insulin resistance**.** *Journal of Clinical Investigation* 106: 171-6, 2000.

Silva, T.A.A.; Frisoli Junior, A.; Pinheiro, M.M.; Szejnfeld, V.L. Sarcopenia Associada ao Envelhecimento: Aspectos Etiológicos e Opções Terapêuticas. *Rev Bras Reumatol*, v. 46, n.6, p. 391-397, nov/dez, 2006.

Simoneau, J-A.; Colberg, S.R.; Thaete, F.L.; Kelley, D.E. Skeletal muscle glicolytic and oxidative enzymes capacities are determinants of insulin sensitivity and muscle composition in obese woman. *FASEB J.*, 9: 273-278, 1995.

Skrha, J.; Haas, T.; Sindelka, G.; Prazny, M.; Widimsky, J.; Cibula, D.; Svacina, S. Comparision of the Insulin Action Parameters from Hiperinsulinemic Clamps with Homeostasis Model Assesment and Quicki Indexes in Subjects with Different Endocrine Disorders. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*; 89(1): 135-141, 2004.

Straczkowski, M.; Kowalska, I.; Dzienis-Straczkowska, S.; Stépien, A.; Skibinska, E.; Szelachowska, M.; Kinalska, I. Changes in tumor necrosis factor-a system and insulin sensitivity during an exercise training program in obese women with normal and impaired glucose tolerance. *European Journal of Endocrinology*, 145 273-280, 2001.

Taaffe, D.R. Sarcopenia: Exercise as a Treatment Strategy**.** *Australian Family Physician.* Vol.35 (3) 130-33, 2006.

Thorell, A.; Hirshman, M.F.; Nygren, J.; Jorfeldt, L.; Wojtaszewski, J.F.P.; Dufresne, S.D.; Horton, E.S.; Ljungqvist, O.; Goodyear, L.J. Exercise and insulin cause GLUT-4 translocation in human skeletal muscle. *Am. J. Physiol*. 277 (Endocrinol. Metab. 40): E733–E741, 1999.

Tooele County: Health Department. Disponível em: **http://www.tooelehealth.org/Community_Health/Gold_Medal_Schools/Obesity_Epidemic.html#top.** Acesso em: 11 julho/2007.

U.S. Department of Health and Human Services. *The practical guide: Identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults.* Washington, D.C.: United States Government Printing Office, October, 2000.

Van Herpen, N.A.; Schrauwen-Hinderling, V.B. Lipid accumulation in non-adipose tissue and lipotoxicity, *Physiol Behav*, dezembro 5, 2007.

Villareal, D.T., Apovian, C.M.; Kushner, R.F.; Klein, S. Obesity in older adults: Technical Review and Position Statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society**.** *Obes Res*., 13:1849 –1863, 2005.

Voorrips, L.E.; Ravelli, A.C.J.; Dongelmans, P.C.A.; Deurenberg, P.; Staveren, W.A.V. A physical activity questionnaire for the elderly**.** *Med. and Science in Sports and Exercise*, v. 23, n.8, p. 974-979, 1991.

Waib, P.H.; Burini, R.C. Efeitos do Condicionamento Físico Aeróbio no Controle da Pressão Arterial. *Arq Bras Cardiol*, v.64, n.3, p. 243-246, 1995.

Wijndaele, K.; Duvigneaud, N.; Matton, L.; Duquet, W.; Thomis, M.; Beunen, G.; Lefevre, J.; Philippaertst, R.M. Muscular Strength, Aerobic Fitness, and Metabolic Syndrome Risk in Flemish Adults, *Med Sci Sports Exercise***,** 39, no2, F, 2007.

Wilson, M-M.G.; Morley, J.E. Physiology of Aging Invited Review: Aging and energy balance. *J Appl Physiol* 95: 1728–36, 2003.

Yarasheski, K.E.; Pak-Loduca, J.; Hasten, D.L.; Obert, K.A.; Brown, M.B.; Sinacore, D.R. Resistance exercise training increases mixed muscle protein synthesis rate in frail women and men ≥76 yr old. *Am. J. Physiol.* 277 (Endocrinol. Metab. 40): E118–E125, 1999.

Zecchin, H.G.; Carvalheira, J.B.C.; Saad, M.J.A. Mecanismos Moleculares de resistência à insulina na síndrome metabólica. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*, 4:574-89, 2004.

8. ANEXO A: PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

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.htmi
cep@fcm.unicamp.br

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

PARECER PROJETO: N° 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 absortometria 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.

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

9. APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS VOLUNTÁRIOS QUE PARTICIPARAM DO PROJETO DE PESQUISA: **Efeito de um programa de treinamento com pesos sobre a resistência à insulina, composição corporal e indicadores de desempenho motor em homens acima de 60 anos de idade**

RESPONSÁVEL PELO PROJETO: Thiago Gaudensi Costa
LOCAL DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO: Faculdade de Educação Física/ UNICAMP e Hospital das Clínicas-FCM-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 a resistência à insulina, composição corporal e indicadores do desempenho motor.

Estou ciente de que serei submetido a uma série de testes clínicos (no Hospital das Clínicas da UNICAMP) e funcionais na Faculdade de Educação Física-FEF, UNICAMP.

A avaliação clínica no Hospital das Clínicas da UNICAMP constará de anamneses, exame cardiológico e ergométrico, bioquímicos do sangue (perfil lipídico, glicemia e insulinemia de jejum e hormonal-GH e testosterona) e densitometria ósssea (DEXA). Adicionalmente, a partir dos dados de glicose e insulina basais, será realizado um cálculo para estimativa da resistência à insulina.

As avaliações na FEF serão todas de caráter não-invasivo: antropometria, composição corporal e indicadores do desempenho motor: teste de 1-RM (força motora), teste de flexibilidade e ergoespirometria em esteira rolante.

Estou ciente de que estes testes serão realizados nas diferentes fases (semanas 1 e 16) do programa de treinamento, o que despenderá uma certa quantidade de horas.

Com referência ao programa de treinamento com pesos, que tem um período de duração previsto de 16 semanas, sei que este constará de treinamento com pesos com prescrição individualizada de acordo com as respostas dos testes de força, com uma freqüência semanal de 3 sessões e com a duração de aproximadamente 60 minutos cada. Este treinamento será realizado nas dependências da Sala de Musculação da FEF, 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 200 __ .

_____
Sr. (a) voluntário (a)

_____
Thiago Gaudensi Costa

_____
Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil

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. 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, Diltiazen, 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: