

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS

Efeitos de um Programa de Treinamento de Força sobre variáveis da Composição Corporal, Concentrações Plasmáticas de Leptina e Resistina e Qualidade de Vida em mulheres pós-menopáusicas.

Autor: JOÃO PAULO BOTERO

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Eduardo Perez

São Carlos - SP

Maio/2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS

Efeitos de um Programa de Treinamento de Força sobre variáveis da Composição Corporal, Concentrações Plasmáticas de Leptina e Resistina e Qualidade de Vida em mulheres pós-menopáusicas.

JOÃO PAULO BOTERO

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de São Carlos, como requisito para a obtenção do Título de **Doutor em Ciências Fisiológicas**, área de concentração: Fisiologia.

São Carlos – SP
Maio/2010

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

B748ep

Botero, João Paulo.

Efeitos de um programa de treinamento de força sobre variáveis da composição corporal, concentrações plasmáticas de leptina e resistina e qualidade de vida em mulheres pós-menopáusicas / João Paulo Botero. -- São Carlos : UFSCar, 2010.

73 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Fisiologia do exercício físico. 2. Menopausa. 3. Gordura. I. Título.

CDD: 612.04 (20^a)

Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências
Fisiológicas
Associação Ampla UFSCar/UNESP

Defesa de Tese de João Paulo Botero

Prof. Dr. Sergio Eduardo de Andrade Perez.....

Prof. Dr. Marcelo Marcos Piva Demarzo.....

Prof. Dr. Ricardo Luís Fernandes Guerra.....

Prof. Dr. Claudio Alexandre Gobatto.....

Prof^a. Dr^a. Ana Cláudia Garcia de Oliveira Duarte.....

Este trabalho foi realizado pelo Laboratório de Fisiologia do Exercício do Departamento de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de São Carlos, em parceria com o Centro Universitário Central Paulista.

Dedico este trabalho a minha esposa Adriana e meu filho Diogo, vocês são a energia que me impulsiona a nunca desistir. Amo vocês.

Aos meus pais Claudir e Héliida, por nunca terem medido esforços para eu poder chegar até aqui. Amo vocês.

A minha Avó Anilva, por estar sempre querendo o melhor para mim. Posso dizer com orgulho que “fui criado pela vó”.

Ao meu irmão Emerson, a vida nos levou por caminhos diferentes, mas nossos pensamentos sempre trazem o bem um para o outro. Amo você.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof, Dr. Sérgio Perez, pelas orientações e conselhos, pelo excelente convívio, tanto profissional quanto pessoal e pela amizade, que permanecerá para sempre, tenho certeza disso. Obrigado por confiar em mim.

À Adriana, companheira, amiga, amante, mulher, esposa, por sempre estar me apoiando nos momentos difíceis e pelas alegrias dos bons momentos. Você é fundamental em minha vida.

Ao grande Palmeirense da minha vida, meu Filhão Diogo, você é força que tenho para lutar cada dia mais. Como é bom ser pai desse muleke!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

A Prof. Gilberto Shiguemoto (o Juca). Estivemos sempre juntos durante toda essa caminhada, enfrentando problemas (que não foram poucos) e vencendo obstáculos, sempre com amizade e respeito. Juca, serei eternamente grato a tudo o que você fez por mim durante a execução deste trabalho, não tenho vergonha de dizer que se não fosse você, talvez não estivesse aqui hoje. Amigo na profissão e na vida.

Ao Prof. Dr. Vilmar Baldissera, por todo ensinamento ao longo de minha vida profissional.

Às voluntárias participantes do projeto, pela colaboração, disponibilidade, assiduidade para realização do projeto. Foi maravilhoso o tempo que passamos juntos. Viraram até artistas ao sair no Globo Repórter. Ficaram Lindas na TV!!!!!!!!!!!!!!

A UNICEP pelo auxílio com o local de treinamento dos participantes (Academia ADPM) e pelo auxílio na aquisição dos instrumentos para coletas sanguíneas.

Aos alunos do curso de Fisioterapia e Educação Física do centro universitário Central Paulista que trabalharam durante o ano todo como instrutores para realização dos Exercícios.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas pelo conhecimento transmitido ao longo destes anos.

Ao Cacau pela amizade e ensinamentos no Laboratório de Fisiologia do Exercício.

À Márcia pela competência, atenção e disponibilidade.

Ao Dr. Raul Borges Filho da clínica Focus, pela realização dos exames de DXA.

Ao Prof. Dr. Dorival Marcos Milani pela disponibilidade e atenção nos tramites para a utilização da Academia de Musculação.

À Neise Talarico Saia, pelo auxílio em todos os momentos durante a execução do Trabalho além de ser voluntária dele. A senhora é 10.

Aos Amigos do Laboratório de Fisiologia do Exercício pela amizade e excelente convívio e por sempre estarem dispostos a auxiliar nos momentos necessários, além das boas risadas é claro.

À equipe do Globo Repórter (Rede Globo de Televisão), por tornarem nossas amigas voluntárias famosas.

À todos aqueles que contribuíram, de maneira direta ou indireta, em todas as fases deste projeto.

Resumo

Objetivo: determinar o efeito produzido por um Programa de Treinamento de Força sobre as variáveis de Composição Corporal, concentrações plasmáticas de Leptina e Resistina e qualidade de vida em mulheres pós-menopáusicas.

Métodos: 23 mulheres pós-menopáusicas ($56,52 \pm 4,42$ anos) realizaram durante doze meses um programa de Treinamento de Força em intensidades entre 75 e 80% de 1 RM, com 3 séries entre 8-10 Repetições Máximas, duas vezes por semana. A força máxima foi testada no supino, leg press 45° e rosca direta. Variáveis de Composição Corporal (DXA), Força Muscular, concentração plasmática de Resistina e Leptina e Qualidade de Vida (SF-36) foram realizadas antes e a após o período de treinamento. Para comparação entre valores iniciais e finais. Foi aplicado o teste *t* Pareado para as variáveis de composição corporal, força muscular, Leptina e Resistina e o teste não paramétrico de Wilcoxon para as variáveis de Qualidade de Vida. O nível de significância utilizado para as conclusões das análises estatísticas foi de 5%.

Resultados: Além do esperado aumento de força, houve redução significativa nos valores de Peso Corporal, % Gordura, Massa Gorda e aumento nos valores de massa magra com conseqüente melhoria na Qualidade de Vida. Houve redução significativa também nas concentrações plasmáticas de Leptina e Resistina quando comparados os valores pré e pós-treinamento.

Conclusão: a interpretação dos resultados permite concluir que o Treinamento de Força pode acarretar importantes benefícios para a saúde e qualidade de vida além de reduzir as concentrações de Leptina e Resistina em mulheres pós-menopáusicas.

Palavra Chave: Treinamento de Força, Mulheres pós-menopáusicas, Composição Corporal, Qualidade de Vida, Leptina e Resistina

Abstract

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of a resistance training program on body composition and plasmatic concentrations of leptin and resistin in pos-menopausal women.

Methods: Twenty-three post-menopausal women (mean age = 56.52 ± 4.42 years) were submitted to 12 months of resistance training, twice a week. The training program was performed in 3 sets of 8-10RMs maximal repetitions with an intensity of 75-85% of 1RM. Body composition (DXA), muscle strength (bench press, leg press 45°, arm curl), plasmatic concentration of resistin and leptin were assessed before and after the training program. Paired Student's t test was used for Body composition, muscle strength and plasmatic concentration of resistin and leptin and non-parametric Wilcoxon test for variables of quality of life. Significance level was set at 5%.

Results: After the resistance training program, there was a significant increase in muscle strength and lean mass, and a significant reduction in body weight, fat percentage, fat mass, and concentrations of leptin and resistin with consequent improvement in quality of life.

Conclusions: the interpretation of the results shows that resistance exercise can have significant health benefits and quality of life and reduce the concentrations of Leptin and Resistin induced by aging in postmenopausal women.

Key-words: Resistance Training, Post-menopausal women, Body Composition, Quality of life, Leptin e Resistin.

Lista de Tabelas

Tabela 1: Principais fatores que afetam a QV após a menopausa	16
Tabela 2. Ordem dos exercício nas sessões de treinamento durante os doze meses do programa de Treinamento de Força.....	25
Tabela 3. Características Antropométricas e Idade da Amostra (n=23).....	32
Tabela 4. Testes de força máxima dinâmica (1RM) antes e após 12 meses de treinamento.....	33
Tabela 5. Resultados sobre variáveis da Composição Corporal antes e após 12 meses de treinamento.....	34

Lista de Figuras

Figura 1. Aparelho de DXA da marca LUNAR®, modelo DPX Plus # 6243 e vestimenta padrão utilizada..	28
Figura 2. Tela do software de DXA versão 4.7e utilizado.	28
Figura 3. Concentrações plasmáticas de leptina (pg/ml).....	35
Figura 4. Pontuação do SF-36.....	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Composição Corporal	13
1.2. Qualidade de Vida.....	14
1.3. Leptina e Resistina.....	17
1.4. Exercício Físico	20
2. OBJETIVOS	23
3. MÉTODOS	24
3.1. Sujeitos.....	24
3.2. Treinamento de Força de Alta Intensidade	24
3.3. Avaliação da Força Máxima – Teste de Carga Máxima.....	26
3.4. Avaliação da Composição Corporal	27
3.5. Determinação de leptina e resistina plasmática	29
3.6. Qualidade de Vida.....	29
3.8. Análise estatística.....	30
3.9. Procedimentos Éticos.....	31
4. RESULTADOS	32
4.1. Força máxima.....	32
4.2. Composição Corporal	33
4.3. Leptina e Resistina.....	34
4.4. Qualidade de Vida.....	35
5. DISCUSSÃO	37
5.1. Protocolo de Treinamento.....	37
5.3. Composição Corporal	38
5.2. Leptina e Resistina.....	39
5.3. Qualidade de Vida.....	43
5.4- Considerações Finais	45
6. CONCLUSÃO	46
7. REFERÊNCIAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

O aumento acentuado do número de idosos nas últimas décadas bem como estimativas futuras que sugerem um aumento ainda maior nesse número, fizeram com que o interesse pelo estudo do envelhecimento fosse se desenvolvendo progressivamente. Tanto os problemas de saúde dos idosos quanto os vários aspectos relativos à qualidade de vida dessa população tornaram-se objetos de preocupação. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a projeção da população no Brasil mostra a tendência de crescimento do número de idosos, que deve alcançar 25 milhões de pessoas em 2020, a maioria composta por mulheres (aproximadamente 15 milhões) (PARAHIBA, 2005).

O aumento na proporção de mulheres idosas e o aumento na expectativa de vida elevaram a preocupação de pesquisadores e profissionais da área da saúde, especialmente com relação às alterações fisiológicas relacionadas ao período pós-menopausa. Aproximadamente 40% das mulheres procuram cuidados médicos para tratar os sintomas induzidos pela menopausa, incluindo: ondas de calor, transpiração noturna, ressecamento vaginal e distúrbios do sono (NEDROW et al., 2006). Outra importante disfunção biológica em mulheres pós-menopáusicas idosas é a “inflamação senil”, com uma forte relação temporal entre envelhecimento, inflamação e menopausa (YUN & LEE, 2004).

Com o processo de envelhecimento um conjunto de alterações morfofuncionais ocorre no organismo dos indivíduos, que associadas ao sedentarismo, aceleram a redução de sua capacidade funcional e prejudicam o desempenho de habilidades motoras, desencadeando modificações de ordem psicológica e social (ZAMBONI, et al. 2008). Essas alterações podem aumentar o risco de desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas bem como limitar a adaptação do indivíduo ao meio ambiente em que ele vive. Entre as principais alterações podemos citar alterações na Composição Corporal com diminuição da massa livre de gordura (MLG) e conseqüente aumento de

gordura corporal, a diminuição na densidade óssea, alterações em diversas citocinas plasmáticas e declínio na Qualidade de Vida (QV) (HUNTER, et al.2004).

1.1. Composição Corporal

Com relação a composição corporal um dos aspectos mais comuns no processo de envelhecimento é a diminuição da Massa Muscular, conhecida como Sarcopenia. A Sarcopenia esta diretamente associada a perda de força muscular e é um fator importante que contribui para o aumento na fragilidade, quedas e perda de independência em indivíduos idosos (FRIED & GURALNIK, 1997; DESCHENES, 2004). Como aspecto normal do envelhecimento a massa muscular é reduzida em aproximadamente um terço entre os 50 e os 80 anos de idade (DOHERTY, 2003). Uma das causas que levam a redução na MLG é a constante diminuição nos níveis de Hormônio do Crescimento (GH), Fator de Crescimento relacionado a Insulina (IGF-1) e testosterona que acompanha o envelhecimento. Outro fator importante que contribui com essa perda é a diminuição do nível de atividade física realizada ao longo dos anos, uma vez que pessoas com idade mais elevada reduzem consideravelmente o nível de atividades praticadas, sendo este talvez a razão principal pela redução na MLG. (ROUBENOFF; HUGHES, 2000).

O processo de envelhecimento contribui também para um aumento na Massa Gorda (MG). Na maioria dos adultos idosos, ela continua, na proporção do peso corporal, a aumentar com a idade. Diferenças significativas ocorrem também com relação à distribuição da Gordura Corporal com o envelhecimento. Nos Homens, a gordura subcutânea diminui na periferia do corpo, mas o depósito de gordura aumenta tanto na gordura subcutânea abdominal como intra-abdominal. Esta redistribuição aumenta o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares uma vez que o tecido gorduroso abdominal-visceral possui características morfo-funcionais que o torna o ator principal no desenvolvimento de dislipidemias, hipertensão e resistência a ação da Insulina (DOHERTY, 2003).

Mulheres também apresentam aumento na Gordura Corporal com o envelhecimento, porém a gordura subcutânea parece permanecer estável após os 45 anos, aproximadamente. Dessa forma o fator mais importante no aumento da quantidade total de gordura corporal deve-se a um aumento na Gordura intra-abdominal. Assim tanto em homens como em mulheres, é provável que a distribuição de gordura desvie de gordura subcutânea para intra-abdominal e intramuscular. Os músculos parecem também serem substituídos por tecido gorduroso, uma vez que uma quantidade maior de gordura e tecido conectivo infiltram as fibras dentro do músculo durante o envelhecimento (DOHERTY, 2003).

Um dos fatores responsáveis pelo aumento na MG no decorrer do processo de envelhecimento é a diminuição na Taxa Metabólica Basal (TMB). Porém parece ser pouco provável que esta seja o fator principal, uma vez que a TMB diminui aproximadamente 10% a cada década e os aumentos observados na Massa Corporal Total superam esses valores percentuais. Considerando que a Hiperfagia não se torna mais latente com o envelhecimento, provavelmente um declínio na quantidade, duração e intensidade da Atividade Física contribua muito para o aumento de peso relacionada a Idade (STERNFELD, 2005).

1.2. Qualidade de Vida

Como os hormônios ovarianos não atuam apenas sobre os órgãos sexuais, mas em todo o corpo da mulher, a diminuição na secreção desses hormônios após a menopausa afetará tanto as zonas ginecológicas como todo o corpo. Embora muitas mulheres considerem o fim da menstruação e da fertilidade como um aspecto positivo, as várias alterações morfo-funcionais que ocorrem após esse período pode prejudicar fortemente a Qualidade de Vida (QV).

Como toda fase de transição, a menopausa é um período crítico marcado por instabilidade hormonal e emocional, capaz de ocasionar impacto negativo sobre a qualidade de vida da mulher. A

diminuição ou ausência dos hormônios esteróides sexuais, principalmente o estradiol e a progesterona, pode se associar à ocorrência de sintomas precoces, intermediários e tardios, sendo este conjunto de sinais e sintomas comumente referido como "síndrome climatérica" (LI, 2000). A sintomatologia mais comum é representada pela ocorrência de sintomas vasomotores, modificações do humor, distúrbios do sono e sintomas decorrentes da hipotrofia genital, além de repercussões observadas em longo prazo, tais como osteoporose e aumento da morbidade cardiovascular.

Nos últimos anos, têm surgido indagações sobre se os sintomas da menopausa e a tendência ao comprometimento da qualidade de vida no climatério, além do hipoestrogenismo, não estariam associados também a fatores psicossociais e culturais relacionados ao processo de envelhecimento ou, então, pela interação destes (LI, 2002).

As alterações na composição corporal, citadas anteriormente, resultam em várias alterações metabólicas que se tornam um problema clínico e social, pois pode dificultar o desenvolvimento das atividades cotidianas, influenciando o bem-estar e a QV (JANSSEN, 2002). Outro fator que pode influenciar a QV é a presença de comorbidades, fato que tende a aumentar com o passar dos anos de vida (FORTIN, 2005). Além disso, os sintomas da menopausa como dores de cabeça, ondas de calor, restrição de sono e transtornos de humor também podem afetar a QV (BIRKHAUSER, 2009). Essa redução na QV após a menopausa é um fator independente da idade e outras variáveis sócio-demográficas. Os principais fatores que afetam a QV após a menopausa estão listados na Tabela 1.

Tabela 1: Principais fatores que afetam a QV após a menopausa

Estado Geral de Saúde

Estilo de Vida

Integridade Física e Saúde Mental

Estado psicológico e Estabilidade Emocional

Educação, Atividade Profissional

Religião

Ambiente Cultural

Integração Social

Situação Conjugal (vida sexual satisfatória)

Adaptado de BIRKHAUSER, 2009.

O conceito de qualidade de vida tem que ser compreendido como sendo influenciado por todas as dimensões da vida e, assim, inclui, mas não deve estar limitado à existência ou não de morbidades. Contudo, diante do impacto que o conceito saúde pode ter na vida das pessoas, se fazem necessários indicadores que possam nortear operacionalmente essa dimensão da qualidade de vida. Assim, a qualidade de vida relacionada com a saúde refere-se não só à forma como as pessoas percebem seu estado geral de saúde, mas também o quão física, psicológica e socialmente estão na realização de suas atividades diárias (NELSON, 2007).

Nos últimos anos vem aumentando o interesse por estudos que relacionam a atividade física regular, sistemática, com o processo de envelhecimento saudável, principalmente quanto a seu impacto na qualidade de vida de idosos (PAFFENBARGER, 1996). A literatura aponta evidências epidemiológicas quanto ao efeito positivo de adoção de um estilo de vida ativo ou o envolvimento em programas de atividade física sistemática, na prevenção e minimização dos efeitos deletérios do envelhecimento. Porém não foram encontrados estudos que relacionam um programa de 12 meses de exercícios resistidos sobre a qualidade de vida de mulheres pós-menopáusicas (NELSON, 2007).

1.3. Leptina e Resistina

A redução gradual na liberação de estrógeno no período pós-menopausa associado ao envelhecimento, ao aumento da gordura corporal, principalmente a intra-abdominal, e a redução da massa livre de gordura induz ao aumento nas concentrações de citocinas pró-inflamatórias como resistina e leptina. As elevações nas citocinas inflamatórias estão associadas com o aumento no risco de desenvolvimento de diversos tipos de doenças cardiovasculares (REILLY et al., 2005), osteoporose (PFEILSCHIFTER et al., 2002), diabetes mellitus (KADOGLOU et al., 2007), caquexia geriátrica (YEH et al., 2001) e início de desenvolvimento de certos tipos de células tumorais na vida tardia.

O nome leptina é derivado do grego *leptos*, que significa magro (AUWERX, 1998). A leptina é um hormônio peptídico formado por 167 aminoácidos, transcrito a partir do gene *ob*, que foi originalmente clonado em camundongos. A mutação desse gene, ou sua deficiência, acarreta obesidade severa e diabetes tipo II nesses animais. O gene da leptina humana está localizado no cromossomo 7q31 e seu DNA tem mais de 15.000 pares de bases e existem três exons (MANTZOROS, 1999).

Em humanos, a concentração plasmática de leptina está parcialmente relacionada ao tamanho da massa de tecido adiposo presente no corpo (LEE, 2001), pois seus níveis plasmáticos diferem em indivíduos com mesmo índice de massa corporal (KENNEDY, 1997). Além disso, mulheres geralmente apresentam níveis maiores de leptina do que homens (LEIBEL, 2002).

A estrutura da leptina é semelhante à das citocinas, como a interleucina-2. Uma de suas funções está relacionada ao controle da ingestão alimentar, atuando em células do núcleo arqueado do hipotálamo, no sistema nervoso central (FRIEDMAN, 2002).

A Leptina tem importante papel na regulação do balanço energético, apresentando duas ações:

1) em uma população de neurônios parvo-celulares do núcleo arqueado (ARC) hipotalâmico,

estimula a expressão de neuropeptídeos, que induzem inibição da ingestão alimentar (pró-ópio-melanocortina [POMC] e transcrito relacionado à cocaína e anfetamina [CART]) e aumento do gasto energético total, neste caso envolvendo uma população de neurônios similares do núcleo paraventricular (PV) que promovem aumento do tônus simpático; e 2) em outra população de neurônios do ARC, inibe a expressão do neuropeptídeo Y (NPY) e peptídeo *agouti* (AgRP), envolvidos no aumento da ingestão alimentar e na redução do gasto energético (SCHWARTZ, 2000).

Além desta importante função lipostática (mensurador de depósitos lipídicos do organismo), a Leptina modula a reprodução, a angiogênese, a resposta imune, o controle da pressão sanguínea e a osteogênese (FRUHBECK, 2001).

A leptina exerce efeitos tipicamente pró-inflamatórios no organismo. Existem evidências de que a leptina pode potencializar o crescimento de várias células cancerosas, incluindo células no pâncreas, ovários, próstata, carcinomas pulmonares e células gástricas (TILG & MOSCHEN, 2006). O mesmo estudo ainda sugere uma sequência de reações desencadeadas pela leptina em monócitos e macrófagos de humanos. Nesse modelo, a leptina sinaliza diretamente os receptores OBRb na membrana dos macrófagos, induzindo três processos concomitantes: 1- Ativação da MAPKs (proteína quinase ativada por mitógeno), STAT3 (sinal de tradução e ativação da transcrição 3) e ativação da ERK (quinase regulada por sinal extracelular); esses eventos resultam na síntese de citocinas pró-inflamatórias TNF- α , IL-6 e IL-12. 2- A leptina também induz a síntese de óxido nítrico sintetase 2 (NOS2) e, por meio desse mecanismo, ativa as espécies reativas ao oxigênio (ROS), aumentando a função fagocitária dos macrófagos. 3- Induz a ativação, proliferação e migração de monócitos (AHIMA, 2000).

Já a resistina, constitui uma adipocitocina recentemente identificada, pertencente a uma família de proteínas ricas em cisteína, encontradas em regiões de inflamação. A resistina é expressa especificamente no tecido adiposo branco e sua secreção está fortemente relacionada a resistência à

insulina, verificando-se aumento nas concentrações de resistina em indivíduos obesos e diabéticos (STEPPAN, 2001).

Quadros associados com resistência à insulina, como lactação, exposição ao frio e caquexia por câncer, não mostraram aumento da expressão de resistina. Em contrapartida, a remoção da gordura visceral em ratos obesos atenuou ou impediu o desenvolvimento de resistência. A gordura visceral mostrou-se o local de maior expressão da resistina, 15 vezes mais intensa que a gordura subcutânea. Tratamentos com prolactina ou testosterona levaram a aumento de resistência à insulina e aumento da expressão de resistina, bem como a situações patológicas, como hipertireoidismo, ou fisiológicas, como gestação a meio termo, puberdade ou emprego de hormônios esteróides, que evoluíram com aumento da expressão de resistina (STEPPAN, 2001).

Os níveis de resistina aumentam na obesidade genética ou induzida por dieta e, portanto, estão ligadas à resistência insulínica associada à obesidade. Descreveu-se a resistina como hormônio singular, cujos efeitos no metabolismo da glicose são antagônicos àqueles da insulina. A resistina regula, ainda, a diferenciação do adipócito por meio de mecanismo de retroalimentação negativa que limita a formação do tecido adiposo em resposta ao aumento do consumo de energia (WOLF, 2004).

A resistina aumenta a expressão de moléculas de aderência VCAM-1 e ICAM-1, faz *up-regulation* da proteína quimiotática para monócitos (MCP-1) e promove ativação da célula endotelial via liberação de endotelina 1 (ET-1). Além disso o aumento nas concentrações de Resistina esta correlacionado com risco de doença coronária cardíaca (WEIKERT, 2008), disfunção renal (ELLINGTON, 2007) e Acidente Vascular Cerebral (EFSTATHIOU, 2007). Assim, embora muitos aspectos de sua função ainda devam ser elucidados, parece que a resistina irá adicionar conhecimento sobre a fisiopatologia da doença vascular e da síndrome metabólica (WOLF, 2004).

1.4. Exercício Físico

A terapia de reposição hormonal (TRH) vem sendo utilizada como forma de manter as condições de saúde e qualidade de vida em mulheres pós-menopáusicas. No entanto, a TRH não é universalmente aceita, principalmente devido a contra-indicações e baixa adesão de alguns pacientes, a aversão das mulheres está associada aos efeitos colaterais e riscos de alguns tipos de cânceres em longo prazo (OLSON, BANDERA E ORLOW, 2007; ZHANG et al., 2007). Por outro lado a prática regular de exercício vem sendo utilizada como uma modalidade terapêutica na prevenção do aumento dos marcadores sistêmicos de inflamação e dos processos degenerativos associados ao envelhecimento (FATOUROS et al., 2005). No entanto, com relação aos marcadores inflamatórios os estudos são controversos; por exemplo, as concentrações de leptina plasmática permaneceram inalteradas após uma sessão aguda de exercício aeróbio (FERGUSON et al., 2004) e reduziram (NINDL et al., 2002) com uma sessão aguda de exercício de força em jovens adultos. As concentrações de leptina reduziram 24 h depois de uma sessão aguda de exercício de força, com nenhum efeito crônico do treinamento, ou seja, nenhuma diferença entre os valores pré e pós-treinamento em pacientes diabéticos tipo 2 (KANALEY et al., 2001).

FATOUROS et al., (2005) encontraram redução nas concentrações de leptina em homens idosos após treinamento de força com protocolos variados. PRESTES e colaboradores, (2009) também encontraram diminuição nos valores de leptina e resistina após 16 semanas de exercícios resistidos em mulheres pós-menopáusicas. KADOGLOU et al. (2007) observaram uma redução na concentração de resistina e citocinas inflamatórias após 16 semanas de exercício aeróbio com quatro sessões semanais de 45-60 minutos a 50-85% do consumo máximo de oxigênio (VO_2max).

Exercícios dinâmicos, que incluem o treinamento de força, podem aumentar a força, massa muscular e massa óssea (BARRY & CARSON, 2004). No entanto, não existe consenso sobre a influência de um programa envolvendo treinamento de força sobre as concentrações de marcadores inflamatórios em indivíduos saudáveis e idosos (STEWART et al., 2007). Evidências recentes

enalteceram a necessidade de estudos para fornecer suporte ou para refutar o uso do exercício de força como uma intervenção na redução da inflamação em pessoas idosas (STEWART et al., 2007; FATOUROS et al., 2005).

Outros estudos têm comprovado que a prática regular de Exercício Físico (EF) constitui-se em importante fator de prevenção, proteção e promoção da saúde bem como contribuinte terapêutico não farmacológico, em todas as faixas etárias e, em especial, na população idosa, pois minimiza o desenvolvimento de doenças e auxilia no tratamento e na reabilitação de diversas patologias bem como na melhora da Qualidade de Vida (NÓBREGA, 1999; BEAN, 2004; PAULI, 2009) . Porém, estudos epidemiológicos como o de REGO et al. (1999) e MONTEIRO et al. (2003) realizados no Brasil, mostram que 69% e de 87 a 96,5% da população adulta não são suficientemente ativos, porcentagens estas superiores as de 8 a 60%, reportadas por MARTINEZ-GONZALEZ et al. (2001) em relação a 15 países membros da União Européia. A elevada porcentagem de brasileiros não suficientemente ativos pode contribuir para aumentar as taxas de morbidade e mortalidade, notadamente em idosos.

Este é o primeiro estudo a investigar os efeitos do Treinamento de Força, com 12 meses de duração e duas sessões semanais, sobre as concentrações plasmáticas de Leptina e Resistina em mulheres idosas pós-menopáusicas. Nossa hipótese era que o Treinamento de Força induziria uma redução nesses biomarcadores sistêmicos de inflamação, associados ao aumento de força muscular, alterações na composição corporal e melhoria na qualidade de vida em mulheres pós-menopáusicas.

Portanto, sabendo-se que o declínio da funcionalidade do organismo é acelerado, principalmente após a menopausa, e que o envelhecimento está associado a fatores prejudiciais quando associado a um estilo de vida pouco ativo e tendo conhecimento dos benefícios do exercício Físico e de sua importância com relação a diminuição da incidência de doenças crônicas

degenerativas associada a melhor QV, justifica-se a verificação do Treinamento Resistido como forma de tratamento não farmacológico para esses aspectos.

2. OBJETIVOS

Determinar o efeito produzido por um Programa de Exercícios Resistido, sobre a Composição Corporal, Concentrações plasmáticas de Leptina e Resistina e Qualidade de Vida em mulheres pós-menopáusicas.

3. MÉTODOS

3.1. Sujeitos

As mulheres foram convidadas a participar desse estudo por meio de campanha de divulgação em panfletos explicativos e reportagens em jornal local. Todas procuraram voluntariamente os pesquisadores do estudo, e para serem selecionadas, passaram por avaliação médica individual oferecida pelo projeto. A avaliação médica constou de anamnese minuciosa, aferição dos sinais vitais, exame físico geral, hemograma completo, eletrocardiograma de repouso e esforço, e exame do sistema musculoesquelético. Foram selecionadas 23 (vinte e três) mulheres, idade inicial média 56,52 (\pm 4,43) anos, estatura 1,55 \pm 0,06 cm, massa corporal 67,56 \pm 10,84 kg, que obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: pós-menopáusicas por período mínimo de 3 anos, sedentárias (sem atividade física consistente nos últimos 6 meses prévios ao estudo), não estarem realizando tratamento de reposição hormonal, não apresentarem doenças metabólicas ou endócrinas que afetassem a massa óssea ou muscular, e cognitivamente capazes de compreender as instruções do treinamento. Os critérios de exclusão foram: impedimentos musculoesqueléticos (ortopédicos ou artríticos) que impossibilitariam a execução dos exercícios propostos, diagnóstico de insuficiência cardíaca congestiva, arritmia severa, e hipertensão não controlada. Todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos do Centro Universitário Central Paulista.

3.2. Treinamento de Força de alta intensidade

a) **Equipamentos utilizados no treinamento:** os equipamentos utilizados em todas as estações de treinamento foram da marca Reforce® (Jaú, SP, BR). Nos exercícios Leg-Press, Supino Reto,

Panturrilha na barra guiada e Rosca Bíceps, foram utilizadas anilhas com pesos variados para determinação da carga. Nos demais exercícios abaixo discriminados, o próprio aparelho apresentava barras de ferro anexadas para determinação da carga.

b) Protocolo de Exercícios: na Tabela 2 esta apresentada a seqüência de realização do Treinamento de Força.

Tabela 2. Ordem dos exercício nas sessões de treinamento durante os doze meses do programa de Treinamento de Força.

1- leg press 45 ⁰	7- cadeira extensora
2- supino reto com barra	8- Chest Press
3- flexão plantar em pé	9- cadeira abdução
4- rosca direta	10- tríceps <i>pulley</i>
5- cadeira adutora	11- cadeira flexora
6- remada sentada	12- polia alta

No final da sessão de Treinamento de Força, as mulheres realizavam 2 séries de 20 a 30 repetições de exercícios abdominais, seguidas de 10 minutos de exercícios de alongamento. Todos os procedimentos do protocolo de exercícios foram acompanhados pelos pesquisadores responsáveis pela pesquisa.

c) Intensidade e volume do treinamento: os sujeitos realizaram 3 (três) séries de 8 a 10 repetições cada, com carga estimada entre 75 a 80% da carga máxima (1 RM) de cada aparelho, sendo que cada repetição teve duração de 3 a 4 segundos. A carga de trabalho para cada exercício, excetuando-se o Leg-Press, o Supino Reto e a Rosca Bíceps, foi determinada pelo Método de 4 a 8 repetições para evitar excessiva sobrecarga (CASEROTTI et al., 2008). Dessa forma, os sujeitos eram solicitados a realizar cada exercício com carga estimada pelos pesquisadores para permitir no máximo 4-8 repetições; então, a carga de treinamento de 75-80% de 1RM foi obtida

de acordo com a tabela de carga estimada proposta por Baechle e Earle (2000). A carga de trabalho foi ajustada a cada 4 semanas, de acordo com o método de 4-8 repetições. O intervalo (repouso) entre as sessões e os aparelhos foi de 1 minuto. As sessões de treinamento de força duravam 50 minutos em média. Foram realizadas 2 (duas) sessões de treinamento semanais (segundas e quintas-feiras), permitindo-se um mínimo de 72h de repouso entre elas para recuperação do treino.

- d) **Adaptação e Período Total de Treinamento:** antes de iniciar todos os procedimentos do treinamento de força, as mulheres realizaram período de adaptação de quatro semanas, que consistia de 2 séries de 15 repetições com cargas baixas; nesse período foram enfatizadas a execução correta dos exercícios e a familiarização com os equipamentos e com o treinamento de força. As mulheres realizaram o treinamento de força de alta intensidade durante período de 12 meses, computando-se, portanto, 13 meses de período total de treinamento.

3.3. Avaliação da Força Máxima – Teste de Carga Máxima

Após quatro semanas de adaptação aos exercícios de força e avaliações clínicas, foram realizados os testes de carga máxima (1RM). Os testes de 1RM foram realizados no mesmo dia com no mínimo 10 minutos de intervalo entre os exercícios testados na seguinte ordem: supino com barra livre, leg press 45⁰ e rosca bíceps em pé. Em seguida do aquecimento geral (10 minutos de esteira em intensidade leve), os indivíduos foram submetidos a oito repetições com 50% de 1RM estimada (de acordo com a capacidade de cada participante verificada no período de adaptação de duas semanas), após um minuto de intervalo, foram realizadas três repetições com 70% de 1RM estimada [BAECHLE e EARLE, 2000]. Depois de três minutos as tentativas subseqüentes foram realizadas para uma repetição com cargas progressivamente mais pesadas até que a 1RM fosse determinada em três tentativas, utilizando 3-5 minutos de descanso entre as tentativas. As padronizações das

angulações e movimentos dos exercícios foram conduzidas de acordo com as descrições de Brown e Weir (2001).

3.4. Avaliação da Composição Corporal

A análise da composição corporal das voluntárias, antes e após o período de treinamento, foi feita pela técnica de Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA-“*Dual-energy X-ray Absorptiometry*”). Para tanto, foi utilizado um aparelho da marca LUNAR[®], modelo DPX Plus # 6243 produzido nos EUA utilizando-se o software versão 4.7e de 12/7/2000. Foram avaliadas as seguintes variáveis: massa corporal (MC) massa magra (MM); massa gorda (MG); percentual da massa gorda (%Gor); massa gorda do tronco (MG-Tro); massa magra do tronco (MM-Tro); percentual da massa gorda do tronco (%Gor-Tro); massa gorda dos membros superiores (MG-MS); massa magra dos membros superiores (MM-MS); percentual da massa gorda dos membros superiores (%Gor-MS); massa gorda dos membros inferiores (MG-MI); massa magra dos membros inferiores (MM-MI); percentual da massa gorda dos membros inferiores (%Gor-MI).

Para a realização do exame, as voluntárias usaram vestimentas padrões (Figura 01) tanto no exame pré como no pós treinamento para a não interferência nos resultados. Os testes compreenderam uma varredura completa do corpo das voluntárias em posição de decúbito dorsal durante aproximadamente 17 minutos, estando o aparelho sempre regulado e operacionalizado por profissional tecnicamente treinado.



Figura 1. Aparelho de DXA da marca LUNAR®, modelo DPX Plus # 6243 e vestimenta padrão utilizada.



Figura 2. Tela do software de DXA versão 4.7e utilizado.

3.5. Determinação de leptina e resistina plasmática

Amostras sanguíneas de 3ml foram coletadas da veia antecubital em tubos a vácuo, imediatamente antes da primeira sessão de Treinamento de Força e no mesmo período (imediatamente antes da última sessão de treinamento) após 12 meses de treinamento, sempre no mesmo horário do dia. Essas amostras foram centrifugadas a 2500rpm em 4°C durante 20 minutos. As amostras foram armazenadas em alíquotas com eppendorfs num freezer -80°C até a realização das análises. As dosagens de leptina e resistina foram determinadas pelo método ELISA (Ensaio Imuno Enzimático em Fase Sólida), de acordo com as especificações do Kit de Alta Sensibilidade R&D Systems Quantikine (R&D Systems Minneapolis, MN). Os resultados foram apresentados em pg/ml. Para garantir à precisão dos resultados todas as dosagens foram determinadas em duplicata.

3.6. Qualidade de Vida

Realizaram-se as entrevistas na sala de Ginástica da Associação Desportiva Polícia Militar (ADPM) de São Carlos, de forma individual, com duração média de 30 minutos. Foi aplicado o questionário Medical Outcomes Study 36 – Item Short- Form Health Survey (SF-36). O questionário genérico SF-36 é um instrumento de medida da qualidade de vida relacionada a saúde (WARE, 1992). Esse questionário é mundialmente utilizado e possui validação em mais de 15 países (ARANHA, 2006). No Brasil, CICONELLI *et al.*(1999) realizaram a versão do SF-36 para a língua portuguesa. O SF-36 é um questionário multidimensional formado por 36 itens, englobados em 8 escalas (componentes):

- 1- Capacidade Funcional

- 2- Aspectos Físicos
- 3- Dor
- 4- Estado Geral de Saúde
- 5- Vitalidade
- 6- Aspectos Sociais
- 7- Aspectos Emocionais
- 8- Saúde Mental.

Cada um desses componentes possui um escore, cuja pontuação varia de 0 a 100, sendo zero o pior estado de saúde e 100 o melhor estado de saúde.

3.8. Análise estatística

Os resultados foram apresentados em média \pm erro padrão da média (SE). Inicialmente, foram realizados os testes de normalidade Shapiro Wilk. Em função da normalidade da amostra para as variáveis de composição corporal, força muscular, Leptina e Resistina foi aplicado o Teste T Pareado, e o teste não paramétrico de Wilcoxon para as variáveis de Qualidade de Vida para a comparação entre os valores iniciais e finais. Em todos os cálculos o nível de significância utilizado para as conclusões das análises estatísticas foi de 5% ($p \leq 0,05$). O *software* estatístico utilizado para todas as análises foi o Statistica[®] 6.1 (Stat. Soft Inc., Tulsa, OK, USA).

3.9. Procedimentos Éticos.

O experimento foi conduzido segundo as normas internacionais de ética na experimentação com humanos, e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Humana e Animal do Centro Universitário Central Paulista – CEP/UNICEP segundo protocolo 042/2008.

4. RESULTADOS

Na Tabela 01 são apresentados os valores iniciais das Variáveis Antropométricas, composição corporal e Idade da amostra.

Tabela 3. Característica Antropométricas, composição corporal e Idade da Amostra (n=23)

Variável	Valor Inicial
Idade (anos)	56,52 ± 0,92
Massa Corporal (kg)	67,56 ± 2,26
Estatura (m)	1,55 ± 0,01
IMC	28,01 ± 1,02
Massa Gorda (kg)	24,27 ± 1,32
% Gordura	37,78 ± 1,27
Massa Magra (kg)	38,88 ± 0,93

Os resultados estão apresentados em média ± erro padrão da média (SE)

4.1. Força máxima

Houve um aumento significativo na força máxima no supino com barra (30,82%), leg press 45° (100,9%) e rosca direta em pé (26,42%) comparando a avaliação inicial com a avaliação após 12 meses de treinamento, $p \leq 0,05$ (tabela 02).

Tabela 4. Testes de força máxima dinâmica (1RM) antes e após 12 meses de treinamento.

<i>Teste de Força Máxima (1RM)</i>	<i>antes do treinamento</i>	<i>após o treinamento</i>	<i>Variação %</i>
<i>Supino reto com barra (kg)</i>	31,95 ± 0,85	41,80 ± 1,14*	30,82
<i>Leg press 45⁰ (kg)</i>	172,34 ± 5,70	345,60 ± 8,51*	100,9
<i>Rosca direta em pé (kg)</i>	21,00 ± 0,49	26,55 ± 0,59*	26,42

Os resultados estão apresentados em média ± erro padrão da média (SE). *Diferença estatisticamente significativa quando comparado com a avaliação antes do treinamento, (n= 23), $p \leq 0,05$.

4.2. Composição Corporal

Os resultados referentes às variáveis da composição corporal apresentados na Tabela 03 demonstram que houve redução significativa na massa corporal (1,53%), % Gordura Total (%Gor) (2,64%), Massa Gorda Total (MG) (3,01%), % Gordura de membros superiores (%Gor-MS) (5,35%), Massa Gorda de membros superiores (MG-MS) (12,55%) e % Gordura de membros inferiores (%GOR-MI) (1,43%) bem como um aumento significativo na Massa Magra Total (MM) (1,59%) e Massa Magra de membros inferiores (MM-MI) (3,88%) entre o período pré e pós treinamento.

Tabela 5. Resultados sobre variáveis da Composição Corporal antes e após 12 meses de treinamento.

Variável	Inicial	Final	%	P
Massa Corporal	67,56 ± 2,26	66,52 ± 2,28	1,53	0,02*
IMC	28,01 ± 1,02	27,59 ± 1,04	1,50	0,02*
%Gor	37,78 ± 1,27	36,78 ± 1,32	2,64	0,006*
MG	24,27 ± 1,32	23,54 ± 1,37	3,01	0,02*
MM	38,88 ± 0,93	39,50 ± 1,12	1,59	0,009*
%GOR-MS	33,77 ± 1,26	31,96 ± 1,37	5,35	0,008*
MG-MS	2,47 ± 0,17	2,16 ± 0,15	12,55	0,001*
MM-MS	4,49 ± 0,17	4,53 ± 0,15	0,89	0,55
%Gor-MI	39,26 ± 1,21	38,70 ± 1,29	1,43	0,01*
MG-MI	8,95 ± 0,47	8,88 ± 0,51	0,78	0,74
MM-MI	13,39 ± 0,31	13,91 ± 0,33	3,88	0,02*
%Gor-Tro	37,09 ± 1,35	36,58 ± 1,46	1,37	0,30
MG-Tro	11,43 ± 0,72	11,12 ± 0,75	2,71	0,25
MM-Tro	18,51 ± 0,58	18,52 ± 0,59	0,05	0,89

Os resultados estão apresentados em média ± erro padrão da média (DP). *Diferença estatisticamente significativa quando comparado com a avaliação antes do treinamento, (n= 23), $p \leq 0,05$. (MG=Massa Gorda; MM= massa magra; %GOR-MS= % Gordura de Gordura de Membros superiores; MG-MS= massa gorda de membros superiores; MM-MS= massa magra de membros superiores; %GOR-MI= % Gordura de Gordura de Membros Inferiores; MG-MI= massa gorda de membros inferiores; MM-MI= massa magra de membros inferiores; %GOR-Tro= % Gordura de Gordura do tronco; MG-Tro= massa gorda do tronco; MM-Tro= massa magra do tronco)

4.3. Leptina e Resistina

Houve redução Significativa nos valores de Leptina (45,6%) e Resistina (44,9%) entre o período pré e pós treinamento de 12 meses (figura 03).

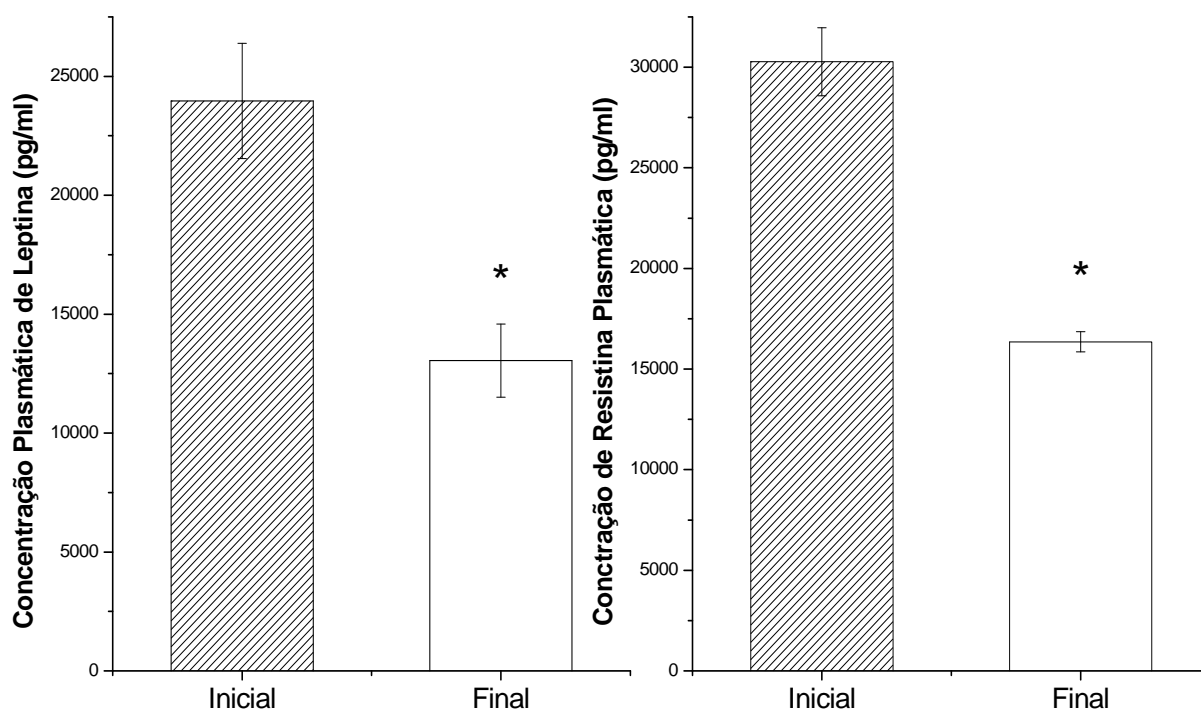


Figura 3. Concentrações plasmáticas de leptina (pg/ml). Os valores estão apresentados em média \pm erro padrão da média (se) ($n=23$), $p \leq 0,05$. A leptina foi avaliada imediatamente antes da primeira sessão de Treinamento (Inicial) e depois de 12 meses de treinamento (Final). *Diferença estatisticamente significativa quando comparado com as concentrações iniciais.

4.4. Qualidade de Vida

A Figura 04 apresenta os resultados referentes ao questionário SF-36 que avalia a qualidade de vida relacionada a saúde. Pode-se observar que todos os componentes (Capacidade Funcional, Aspectos Físicos, Dor, Estado Geral de Saúde, Vitalidade, Aspectos Sociais, Aspectos Emocionais e Saúde Mental) apresentaram aumentos significativos entre os períodos.

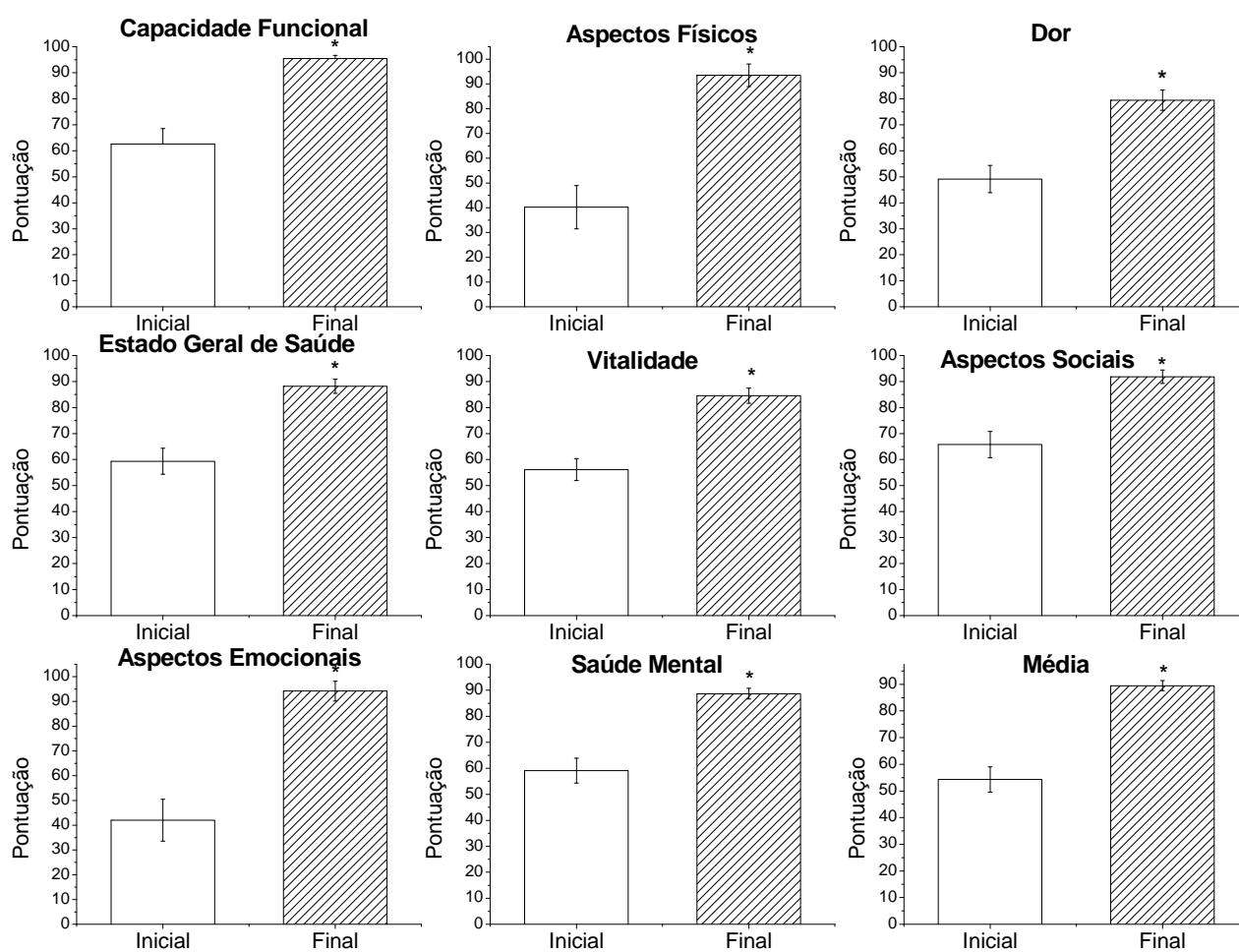


Figura 4. Pontuação do SF-36. Os valores estão apresentados em média \pm erro padrão da média (se) ($n=23$), $p \leq 0,05$. *Diferença estatisticamente significativa quando comparado com os valores iniciais.

5. DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram o aumento na força máxima nos membros superiores e inferiores, redução da Massa Gorda com concomitante aumento de Massa Magra, redução crônica nas concentrações plasmáticas de leptina e resistina e melhoria na Qualidade de Vida após 12 meses, com duas sessões semanais de Treinamento de Força. Poucos estudos têm investigado conjuntamente, alterações nos níveis de Leptina e Resistina em mulheres pós-menopáusicas após um período de treinamento de força (PRESTES, et al., 2009) e nenhum estudo foi encontrado após o período de 1 ano de duração. Deste modo, nossa hipótese inicial foi confirmada, visto que, foram observadas alterações benéficas nas variáveis de composição corporal associado com o aumento na força muscular e reduções e nas concentrações plasmáticas de leptina e Resistina, bem como melhoria na qualidade vida.

5.1. Protocolo de Treinamento.

O fator de intervenção analisado neste trabalho foi o protocolo de treinamento resistido em séries múltiplas proposto, sendo ele a variável independente deste trabalho, que visou verificar os resultados hipotetizados.

Diante dos objetivos, variáveis agudas de treinamento resistido, como o tipo de ação muscular, carga, volume, escolha e ordem dos exercícios, períodos de repouso entre as séries, velocidade da repetição e frequência das sessões foram consideradas e planejadas no presente treinamento resistido visando alcançar os objetivos referentes às variáveis analisadas no período de 12 meses.

Um ponto importante a ser destacado aqui é que o presente protocolo com duas sessões semanais de treinamento se diferencia da maior parte de estudos que verificam o efeito do exercício que utilizam no mínimo três sessões semanais. Um fator positivo é que este protocolo pode ser

facilmente realizado por qualquer individuo uma vez que o volume de trabalho semanal se torna menor.

5.3. Composição Corporal

Ryan e colaboradores (1995) demonstraram que mulheres pós menopáusicas que realizaram um programa de treinamento de força aumentaram a MLG e reduziram a MG após 16 semanas de treinamento, com conseqüente aumento na força muscular. BARRY & CARSON (2004) demonstraram um aumento significativo na força máxima dos membros superiores e inferiores em mulheres idosas menopausadas submetidas a 16 semanas de treinamento de força com cargas entre 6-14RM. Dessa forma idosos podem se beneficiar de programas com treinamento de força para combater os declínios substanciais na força e potência muscular com objetivo de melhorar ou manter sua capacidade funcional.

Muitos estudos têm demonstrado alterações benéficas na Composição Corporal de idosos, associados ao exercício físico, porém a grande maioria preconiza três ou mais sessões de treino semanais e períodos inferiores a 16 semanas. Um estudo realizado por ORSATTI e colaboradores (2009) relatou um aumento significativo na MLG e força muscular com um programa de exercícios resistidos realizados 3x por semana em intensidade de 60-80% 1RM por 16 semanas. O presente trabalho apresentava como objetivo verificar o efeito de 2 sessões de treinamento semanais com intensidades entre 70-80% de 1RM.

O ganho de força é um fator físico fundamental e necessário para a saúde, habilidade funcional e aumento na qualidade de vida (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005), e que pode ter ajudado no aumento de massa magra devido ao fato do mesmo possibilitar aumentar as cargas de treinos e com elas a tensão suportada pelos músculos durante as sessões de treino, principalmente nos membros inferiores como demonstrado no presente trabalho.

Estes resultados corroboram com revisões na literatura (DESCHENES; KRAEMER, 2002; HASKELL et al., 2007; MARX et. al, 2001), que apontam treinamentos resistidos com três sessões semanais, séries entre 8-12 RM, intervalos de recuperação entre as séries de 1-2 min como o melhor estímulo hipertrófico. Porém, apesar de 3 dias por semana ser considerado um período mais adequado para as melhorias nestas variáveis, os resultados aqui alcançados, demonstram que protocolos de treinamento resistido com dois dias semanais também podem resultar em significativo aumento de massa magra e redução de massa Gorda.

Quanto à redução da massa gorda, além do gasto energético proporcionado pelo próprio treinamento, o aumento da MLG acarretada pelo aumento do tecido muscular, também pode ter contribuído para as significativas reduções na massa gorda corporal, pois segundo LUHRMANN (2001) o aumento da massa muscular pode aumentar o gasto energético diário e dessa forma ter contribuído para a redução da MG corporal.

5.2. Leptina e Resistina

Resultados conflitantes têm sido demonstrados sobre as alterações nos valores de leptina em função do Treinamento de Força. KANALEY et al., (2001) demonstraram não ocorrer alterações crônicas nos valores de leptina após seis semanas de Treinamento de Força a 80% de 3RM, com 3 séries de 8-13RM tanto em homens como em mulheres. Em outro estudo (PRESTES, et al. 2009) demonstrou ocorrer redução significativa nos valores de leptina e resistina após 16 semanas de Treinamento de Força periodizado entre 8-12RM, com duas sessões semanais em mulheres pós-menopáusicas sedentárias. FATOUROS et al. (2005) testaram o efeito de diferentes intensidades do exercício de força em sujeitos idosos com sobrepeso, intensidade baixa (45-50% de 1RM), intensidade moderada (60-65% de 1RM) e intensidade alta (80-85% de 1RM). O protocolo de treinamento foi realizado três vezes por semana durante 24 semanas, todos os grupos apresentaram

redução crônica nas concentrações plasmáticas de leptina, com maiores reduções para o grupo de alta intensidade. Depois de 24 semanas de destreinamento os valores de leptina aumentaram novamente. Outro estudo demonstrou que duas sessões de treinamento semanais à 60% do FCmáx somado a uma sessão de exercício resistido uma vez por semana durante 10 semanas em mulheres pós menopáusicas apresentou redução significativa nos níveis de leptina plasmática, independente da redução da Massa Corporal total ou da Massa Gorda, sugerindo que outros fatores como envelhecimento, concentração de estrogênios e androgênios também podem influenciar as concentrações de leptina (HAYASE, 2002). Estes resultados conflitantes podem ser atribuídos a diferentes protocolos de treinamento utilizados (Intensidade, volume e duração), condicionamento físico inicial dos sujeitos e balanço energético. Protocolos de curta duração parecem produzir pouco ou nenhum efeito sobre as concentrações de leptina.

É consenso na literatura que o principal fator responsável pelo aumento nas concentrações circulantes de Leptina e Resistina esta diretamente associado ao aumento na quantidade de massa gorda (JASON, 2005) e também que mulheres adultas apresentam um processo contínuo de perda de Massa Livre de Gordura (MLG) com conseqüente aumento na Massa Gorda (MG) (FATOUROS et al., 2005), e este processo se torna ainda mais acelerado após as alterações hormonais decorrentes do período pós menopausa (MALTAIS, DESROCHES & DIONNE, 2009).

Quanto maior a quantidade de Gordura Corporal maior as concentrações de leptina e a redução do peso contribui para o seu declínio (FATOUROS et al., 2005). O aumento na concentração plasmática de Leptina pode estar associado, independente da quantidade de Gordura Corporal, com resistência a ação da insulina (WILLIANS & STEWART, 2009). Além disso, a leptina exerce tipicamente efeitos pró-inflamatórios sobre o organismo. Dessa forma um aumento nas concentrações de Leptina pode estar relacionado ao crescimento de várias células cancerosas, incluindo pancreáticas, ovarianas, prostáticas, carcinomas pulmonares e células gástricas (TILG & MOSCHEN, 2006). A leptina sinaliza continuamente os receptores OBR_b na superfície da membrana

de macrófagos, induzindo a síntese de citocinas pró-inflamatórias como o TNF- α , a IL-6 e a IL-12 (TILG & MOSCHEN, 2006).

Outro fator de risco de doença cardiovascular aterosclerótica e inflamação é a resistina (HAMIRANI, et al., 2008). A resistina é expressa especificamente no tecido adiposo branco e sua secreção está fortemente relacionada à resistência à insulina (STEPPAN, et. al., 2001). Assim a aumento na Massa Gorda decorrente do período pós-menopáusico, pode acarretar aumento em suas concentrações aumentando o risco de desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas com conseqüente limitação na qualidade de vida.

Dessa forma a elevação nos níveis de Leptina e Resistina pode aumentar o risco de desenvolvimento de processos inflamatórios, disfunção endotelial e aterosclerose (FILKOVÁ, HALUZÍK, GAY & SENOLT, 2009).

Como citado anteriormente o principal fator envolvido na diminuição nas Concentrações de Leptina e Resistina esta associados à redução da Massa Gorda. Os resultados do presente estudo demonstram que apesar de haver redução significativa na Massa Gorda Total (-3,0%) (sem alteração significativa na Gordura Visceral), essa redução não seria quantitativamente suficiente para explicar as reduções nos valores de Resistina (44,9%) e Leptina (45.6%), sugerindo que outros mecanismos poderiam estar envolvidos nesta redução.

Os resultados demonstraram um aumento significativo nos valores de força muscular: Supino reto com Barra: +23,56%, Leg press 45°: + 100,23% e Rosca Direta: +20,90%. É consenso na literatura que o aumento da Força esta diretamente associado, inicialmente a adaptações neurais, e a longo prazo aos processos de aumento na área de sessão transversa do músculo (FOLLAND & WILLIAMS, 2007). Porém o aumento na massa muscular encontrado no presente estudo (+1,6%), apesar de apresentar alteração significativa, não seria suficiente por si só para explicar os aumentos na força Muscular. Sugerindo que alterações morfo-funcionais, como modificações nos tipos de

fibras musculares e recrutamento neural poderiam ser fatores fundamentais no aumento da Força Muscular em mulheres pós-menopáusicas.

Possíveis explicações para o declínio na leptina induzido pelo Treinamento de Força realizado de forma aguda podem ser explicadas pela elevada captação de glicose pelos tecidos periféricos na presença de lactato, acidose, descarga simpato-adrenal, maior gasto energético, depleção de glicogênio e inibição da glicólise (FATOUROS et al., 2005). Outro mecanismo que poderia explicar a redução crônica da leptina mediada pelo exercício seria a melhora na sensibilidade a insulina, alterações no metabolismo lipídico e mudanças no balanço energético (KRAEMER, CHU & CASTRACANE, 2002). Estes efeitos somados durante os 12 meses de duração do treinamento poderiam contribuir para a redução crônica nos valores de leptina no presente estudo.

WANG et al., (2010) demonstraram que o tecido Adiposo através da sua capacidade de produzir e secretar mediadores inflamatórios (IL-6 e TNF) pode afetar a função do músculo esquelético com conseqüente diminuição de força muscular. Além disso, TRUJILLO et al., (2004) demonstraram que o aumento nos valores de Interleucina-6 acarreta efeitos estimulantes sobre a secreção de Leptina pelo adipócito. Dessa forma a redução nos níveis de IL-6 associadas ao exercício físico e ao aumento de força muscular (PRESTES, et al. 2009; COLBERT, et al., 2004), pode ter contribuído para uma melhora no perfil inflamatório com conseqüente redução de leptina mesmo com pequena redução de gordura corporal. Assim o aumento de força induzido pelas alterações morfofuncionais do tecido muscular acarretado pelo exercício resistido poderia acarretar uma redução nos níveis de IL-6 reduzindo as concentrações de leptina circulante.

Os resultados do presente estudo são contrários ao trabalho de LOWNDES, et al., (2008) que demonstrou não ocorrer alterações nos níveis de leptina após seis meses de exercício aeróbio quatro dias por semana, sendo que os indivíduos não apresentaram alterações na massa corporal total e na composição corporal após esse período.

JAMURTAS et al., (2006) não demonstraram alteração aguda das concentrações plasmáticas de resistina até 48h após uma sessão de 45 minutos em cicloergômetro a 65% do VO₂max em homens de meia idade com sobrepeso. Outro estudo não encontrou alterações crônicas nas concentrações de resistina após 14 semanas de treinamento aeróbio que consistiu de um programa de caminhada supervisionada realizado 3-4 vezes por semana com 60 minutos a 65-70% do VO₂ pico em mulheres diabéticas pós-menopáusicas (GIANNOPOULOU et al., 2005). Por outro lado, indivíduos diabéticos idosos submetidos a 16 semanas de treinamento aeróbio com quatro sessões semanais de 45-60 minutos a 50-85% do VO₂max exibiram redução crônica nas concentrações de resistina (KADOGLU et al., 2007). Um estudo recente encontrou redução significativa nas concentrações de resistina após oito semanas de treinamento aeróbio supervisionado em adolescentes com sobrepeso (JONES et al., 2009). O presente estudo é o primeiro que examinou os efeitos de 12 meses do Treinamento de Força sobre as concentrações plasmáticas de resistina em mulheres idosas pós-menopáusicas. Os resultados apontaram para uma redução significativa após 12 meses de treinamento comparado com os valores basais, e essa redução pode estar associada a uma melhoria nos fatores de risco para doenças cardiovasculares.

5.3. Qualidade de Vida

A crescente preocupação atual com a qualidade de vida no campo das ciências biomédicas, em parte, originou-se nos progressivos avanços ocorridos a partir da segunda metade do século passado, que trouxeram aos profissionais de saúde não somente a necessidade de um maior conhecimento acerca dos sentimentos e percepções dos pacientes sobre as suas condições de saúde, como de mensurar o impacto de eventuais intervenções terapêuticas na sua vida e bem-estar (AVIS, 2004).

Neste estudo, a qualidade de vida das mulheres pesquisadas, com base no Questionário SF-36, mostrou-se comprometida. O escore médio inicial de qualidade de vida atingiu o valor de $54,27 \pm 4,77$. Os domínios mais comprometidos foram Aspectos Físicos, Dor, Vitalidade e Aspectos Emocionais. Estima-se que 50% a 70% das mulheres pós-menopáusicas manifestem sintomas somáticos e dificuldades emocionais (HAY, 1994). O fato de todas as voluntárias serem previamente sedentárias e com uma taxa de sobrepeso e obesidade de 73,9%, pode ter interferido negativamente na sua qualidade de vida.

A maior tendência à depressão na menopausa tem sido atribuída também ao medo de envelhecer e à percepção de proximidade da morte, sentimentos estes agravados pela sensação de inutilidade ou carência afetiva. A menopausa é uma fase de transição física e social, coincidindo com a independência dos filhos, a morte de familiares e a aposentadoria, circunstâncias estas que requerem ajustes emocionais difíceis para a mulher (DENNERSTEIN, 2002).

Não foram encontrados estudos que verificaram a influencia do Treinamento de Força sobre a qualidade de vida em mulheres pós-menopáusicas. No presente estudo houve melhoras significativas nos oito domínios avaliados pelo SF-36, demonstrando melhorias em um componente fundamental para a saúde de mulheres pós-menopáusicas: a qualidade de vida. Vários estudos têm demonstrado que o exercício físico é um componente chave para melhorias neste quesito. Em um estudo realizado por ACREE et al., (2006), que investigava o papel do exercício físico aeróbio sobre a qualidade de vida relacionada a saúde de idosos saudáveis, observou-se que indivíduos que participavam de atividade física regular de intensidade pelo menos moderada por mais de 1 hora semanal obtiveram valores mais altos nos oito domínios do SF-36 do que os idosos que realizavam menos atividade física. BINDER et al., (2002) obtiveram melhora da qualidade de vida, avaliada por meio do SF-36, do grupo que realizou um treinamento constituído de exercícios de flexibilidade, equilíbrio, coordenação, resistência e atividade aeróbia.

A atividade física regular contribuiu para a preservação e/ou aumento da massa muscular e da flexibilidade articular, reduzindo a intensidade dos sintomas somáticos e levando a uma sensação de maior bem-estar no climatério (LIAO, 1999). O exercício físico não somente aumenta a secreção de b-endorfinas hipotalâmicas, aliviando as ondas de calor e melhorando o humor, como aumenta a densidade mineral óssea, diminui a frequência cardíaca de repouso, melhora o perfil lipídico e normaliza a pressão arterial (BOSSEMEYER, 2003). Por fim, a atividade física melhora a imagem corporal, aumentando a auto-estima feminina (FERRIANI, 2001). Assim, no presente estudo as alterações na composição corporal, associado ao aumento de força dos voluntários pode ter contribuído para uma maior autonomia nas atividades diárias cotidianas, melhorando sua auto-estima e conseqüentemente a Qualidade de Vida.

5.4- Considerações Finais

Por fim, cabe ressaltar que o número de pesquisas em idosos no Brasil, principalmente em mulheres pós-menopáusicas, utilizando os instrumentos empregados no presente estudo, com a aplicação de Treinamento de Força em longo prazo (12 meses) ainda é reduzido, o que dificulta uma discussão mais ampliada e destaca a originalidade do manuscrito.

A principal limitação do nosso estudo foi a falta de um grupo controle. Não se sabe se a mesma intervenção poderá conferir resultados similares em um grupo com características diferentes.

Estudos futuros deverão analisar, além das alterações na quantidade de gordura corporal, os efeitos das alterações morfo-funcionais musculares decorrentes do Treinamento de Força sobre as concentrações plasmáticas de Leptina e Resistina.

6. CONCLUSÃO

Podemos concluir que o Treinamento de Força aplicado apenas duas vezes por semana, induz importantes benefícios para a melhoria na condição de saúde de mulheres pós-menopáusicas, uma vez que houve aumento de força muscular, redução de massa gorda, aumento de massa livre de gordura, redução nos níveis séricos de Resistina e Leptina e melhoria na Qualidade de Vida. Esses resultados enaltecem a importância deste tipo de treinamento como uma ferramenta não farmacológica para a melhoria na qualidade de vida e saúde associadas ao envelhecimento e a menopausa. Além disso apresenta grande facilidade de aplicação clínica uma vez que apenas duas sessões semanais de 50 minutos podem ser facilmente realizadas por um grande número de indivíduos com as características dos sujeitos que participaram do presente estudo.

7. REFERÊNCIAS

- ACREE, L.S.; LONGFORS, J.; FJELDSTAD, A.S.; FJELDSTAD, C.; SCHANK, B.; NICKEL, K.J.; MONTGOMERY, P.S.; GARDNER, A.W. Physical activity is related to quality of life in older adults. **Health and Quality of Life Outcomes**, v. 4, n.37, p.1-6, 2006.
- AHIMA, R.S.; FLIER, J.S. ADIPOSE TISSUE AS AN ENDOCRINE ORGAN. **Trends Endocrinol Metab**, v.11, p.327-332, 2000.
- ARANHA, L.L.M.; MIRON, C. J.A.; ALONSO, S. M.; DEL PINO, M. J.; SAENZ, G. M.C.; Qualidade de vida relacionada a saúde em espanholas com osteoporose. **Rev Saude Publica**, v.40, n.2, p. 298-303, 2006.
- AUWERX, J., STAELS, B. Leptin. **Lancet**, v.351, p.737-742, 1998.
- AVIS, N.E.; ASSMANN, S.F.; KRAVITZ, H.M.; GANZ, P.A.; ORY, M. Quality of life in diverse groups of midlife women: assessing the influence of menopause, health status and psychosocial and demographic factors. **Qual Life Res**, v.13, n.5, p.933-946, 2004.
- BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. **Essentials of Strength Training and Conditioning**. 2nd Edition, Illinois, USA: Human Kinetics Publishers, NSCA, 2000.
- BARRY, B.K.; CARSON, R.G. The Consequences of Resistance Training for Movement Control in Older Adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v.59, p.730-754, 2004.
- BEAN, J.F.; VORA, A.; FRONTERA, W.R. Benefits of Exercise for Community-Dwelling Older Adults. **Arch Phys Med Rehabil**, v.85, Supl 3, p.S31-S42, 2004.
- BINDER, E.F.; SCHECHTMAN, K.B.; EHSANI, A.A.; STEGER-MAY, K.; BROWN, M.; SINACORE, D.R.; YARASHESKI, K.E.; HOLLOSZY, J.O. Effects of exercise training on

frailty in community-dwelling older adults: results of a randomized, controlled trial. **J Am Geriatr Soc**, v.50, n.12, 1921-1928, 2002.

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

BIRKHÄUSER, M.H. Quality of life and sexuality issues in aging women. **Climacteric**. v.12, Suppl 1, p.52-57, 2009.

BOSSEMEYER, R.P. Atividade física no climatério. In: Fernandes CE. Menopausa e Tratamento. São Paulo: **Editora Segmento**, p. 201-9, 2003.

BROWN, L.E.; WEIR, J.P. Procedures Recommendation I: Accurate Assessment of Muscular Strength and Power. **J Exerc Physiol**, v.4, p.1-21, 2001.

CASEROTTI, P, AAGAARD, P., LARSEN, .JB., PUGGAARD, L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. **Scand J Med Sci Sports**. vol.18, n.6, p.773-82, 2008.

CICONELLI, R.M.; FERRAZ, M.B.; SANTOS, W.; MEINAO, I.; QUARESMA, M.R. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). **Rev Bras Reumatol**, v.39, n.3, p. 143-150, 1999.

COLBERT, L.H.; VISSER, M.; SIMONSICK, E.M.; TRACY, R.P.; NEWMAN, A.B.; KRITCHEVSKY, S.B.; PAHOR, M.; TAAFFE, D.R.; BRACH, J.; RUBIN, S.; HARRIS, T.B. Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition Study. **J Am Geriatr Soc**. v.52, n.7, p.1098-1104, 2004.

DENNERSTEIN, L.; LEHERT, P.; GUTHRIE, J. The effects of the menopausal transition and biopsychosocial factors on well being. **Arch Women Ment Health**, v.5, p.15-22, 2002.

- DENNERSTEIN, L.; LEHERT, P.; GUTHRIE, J. The effects of the menopausal transition and biopsychosocial factors on well-being. *Arch Women Ment Health*, v.5, p.15-22,2002.
- DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, v. 81, n. 11 (Suppl), p. S3-S16, 2002.
- DESCHENES, M.R. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*, v.34, n.12, p.809-824, 2004.
- DOHERTY TJ. Aging and Sarcopenia. *J Appl Physiol*. v.95, p.1717–27. 2003.
- EFSTATHIOU, S.P.; TSIAKOU, A.G.; TSIoulos, D.I.; PANAGIOTOU, T.N.; PEFANIS, A.V.; ACHIMASTOS, A.D.; OUNTOKALAKIS, T.D. Prognostic significance of plasma resistin levels in patients with atherothrombotic ischemic stroke. *Clin Chim Acta*, v.378, p.78–85, 2007.
- ELLINGTON, A.A.; MALIK, A.R.; KLEE, G.G.; TURNER, S.T.; RULE, A.D.; MOSLEY, T.H. JR.; KULLO, I.J. Association of plasma resistin with glomerular filtration rate and albuminuria in hypertensive adults. *Hypertension*, v.50, p.708–714, 2007.
- FATOUROS, I.G.; TOURNIS, S.; LEONTSINI, D.; JAMURTAS, A.Z.; SXINA, M.; THOMAKOS, P.; MANOUSAKI, M.; DOUROUDOS, I.; TAXILDARIS, K.; MITRAKOU, A. Leptin and Adiponectin Responses in Overweight Inactive Elderly following Resistance Training and Detraining Are Intensity Related. *J Clin Endocrinol Metab*, v.90, p.5970–5977, 2005.
- FERGUSON, M.A.; WHITE, L.J.; MCCOY, S.; KIM, H.W.; PETTY, T.; WILSEY, J. Plasma adiponectin response to acute exercise in healthy subjects. *Eur J Appl Physiol*, v.91, p.324–329, 2004.
- FERRIANI, R.A. Tratamento do climatério: medidas alternativas e estilo de vida. *Reprod Clim Supl*, 16 p.54-60, 2001.

- FILKOVÁ, M.; HALUZÍK, M.; GAY, S.; SENOLT, L. The role of resistin as a regulator of inflammation: Implications for various human pathologies. **Clin Immunol.** v. 133, n.2, p.157-170, 2009.
- FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The Adaptations to Strength Training Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. **Sports Med,** v.37, n.2, p.145-168, 2007.
- FORTIN, M., HUDON, C., DUBOIS, M.F., ALMIRALL, J., LAPOINTE, L., SOUBHI, H. Comparative assessment of three different indices of multimorbidity for studies on health-related quality of life. **Health Qual Life Outcomes.** v.3, n.74, p. 1-7, 2005.
- FRIED LP, GURALNIK JM: Disability in older adults: evidence regarding significance, etiology, and risk. **J Am Geriatr Soc.** v.45, p. 92-100, 1997.
- Friedman, J.M. The function of leptin in nutrition, weight and physiology. **Nutrition Rev,** v.60, n.10, p.S1-14, 2002.
- FRUHBECK, G.; GÓMEZ-AMBROSI, J.; MURUZABAL, J.; BURREL, M.A.; The adipocyte: a model for integration of endocrine and metabolic signalling in energy metabolism regulation. **Am J Physiol Endocrinol Metabol,** n.280, p.E827-847, 2001.
- GIANNOPOULOU, I.; FERNHALL, B.; CARHART, R.; WEINSTOCK, R.S.; BAYNARD, T.; FIGUEROA, A.; KANALEY, J.A. Effects of diet and/or exercise on the adipocytokine and inflammatory cytokine levels of postmenopausal women with type 2 diabetes. **Metabolism,** v.54, p.866-875, 2005.
- HAMIRANI, Y.S.; PANDEY, S.; RIVERA, J.J.; NDUMELE, C.; BUDOFF, M.J; BLUMENTHAL, R.S.; NASIR, K. Markers of inflammation and coronary artery calcification: a systematic review. **Atherosclerosis,** v.201, n.1, p.1-7, 2008.

- HASKELL, W. L.; LEE, I.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A.; MACERA, C. A.; HEATH, G. W.; THOMPSON, P. D.; BAUMAN, A. Physical activity and public health: update recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, p. 1081-1093, 2007.
- HAY, A.G.; BANCKROFT, J.; JOHNSTONE, E.C. Affective symptoms in women attending a menopause clinic. **British Journal of Psychiatry**, v. 164, p.513-516, 1994.
- HAYASE, H.; NOMURA, S.; ABE, T.; IZAWA, T. Relation Between fat distributions and several plasma adipocytokines after exercise training in premenopausal and postmenopausal women. **Journal of Physiological Anthropology and applied human science**, v.21, n.2, p. 105-113, 2002.
- HUNTER GR, MCCARTHY JP, BAMMAN MM. Effects of resistance training on older adults. **Sports Med.** v.34, n.5, p.329-348, 2004.
- JAMURTAS, A.Z.; THEOCHARIS, V.; KOUKOULIS, G.; STAKIAS, N.; FATOUROS, I.G.; KOURETAS, D.; KOUTEDAKIS, Y. The effects of acute exercise on serum adiponectin and resistin levels and their relation to insulin sensitivity in overweight males. **Eur J Appl Physiol**, v.97, p.122-126, 2006.
- JANSSEN, I., HEYMSFIELD, S.B., ROSS, R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. **J Am Geriatr Soc.** v.50, n.5, p.889-896. 2002.
- JASON R. BERGGREN, MATTHEW W. HULVER, AND JOSEPH A. HOUMARD. Fat as an endocrine organ: influence of exercise. **J Appl Physiol.** v.99, p. 757 – 764, 2005.

- JONES, T.E.; BASILIO, J.L.; BROPHY, P.M.; MCCAMMON, M.R.; HICKNER, R.C. Long-term Exercise Training in Overweight Adolescents Improves Plasma Peptide YY and Resistin. **Obesity**, v.17, n.6, p.1189-1195, 2009.
- KADOGLU, N.P.; PERREA, D.; ILIADIS, F.; ANGELOPOULOU, N.; LIAPIS, C.; ALEVIZOS, M. Exercise Reduces Resistin and Inflammatory Cytokines in Patients With Type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, v.30, p.719–721, 2007.
- KANALEY, J.A.; FENICCHIA, L.M.; MILLER, C.S.; PLOUTZ-SYNDER, L.L.; WEINSTOCK, R.S.; CARHART, R.; AZEVEDO JR, J.L. Resting leptin responses to acute and chronic resistance training in type 2 diabetic men and women. **Int J Obes Relat Metab Disord**, v.25, p.1474-1480, 2001.
- KENNEDY, A., GETTYS, T.W., WATSON, P., WALLACE, P., GANAWAY, E., PAN, Q., et al. The metabolic significance of leptin in humans: gender-based differences in relationship to adiposity, insulin sensitivity, and energy expenditure. **J Clin Endocrinol Metab**, v.82, p.1293-1300. 1997.
- KRAEMER, R.R.; CHU, H.; CASTRACANE, V.D. Leptin and exercise. **Exp Biol Med**. v.227, n.9, p.701-708, 2002.
- LEE, L.H., REED, D.R., PRICE, R.A. Leptin resistance is associated with extreme obesity and aggregates in families. **Intern J Obes**, v.25, p.1471-1483, 2001
- LEIBEL, R.L. The role of leptin in the control of body weight. **Nutrition Rev**, v.60, n.10, pS15-19, 2002.
- LI, S.; HOLM, K.; GULANICK, M.; LANUZA, D. Perimenopause and the quality of life. **Clin Nurs Res**, v.9, p.6-23, 2000.

- LIAO, K.K.M.; HUNTER, M.S. Preparação para a menopausa: avaliação das expectativas de uma intervenção educativa de saúde na mulher de meia-idade. **Maturitas-Brasil**, v.1, p.59-67, 1999.
- LOWNDES, J.; ZOELLER, R.F.; CAPLAN, J.D.; KYRIAZIS, G.A.; MOYNA, N.M.; SEIP, R.L.; THOMPSON, P.D.; ANGELOPOULOS, T.J. Leptin responses to long-term cardiorespiratory exercise training without concomitant weight loss: a prospective study. **J Sports Med Phys Fitness**. v.48, n.3, 391-397, 2008.
- LUHRMANN, P.M.; HERBERT, B.M.; NEUHAUSER-BERTHOLD, M. Effects of fat mass and body composition on resting metabolic rate in the Elderly. **Metabolism**.v.50, n.8, p.972-975, 2001.
- MALTAIS, M.L.; DESROCHES, J.; DIONNE, I.J. Changes in muscle mass and strength after menopause. **J Musculoskelet Neuronal Interact**, v.9, n.4, p.186-97, 2009.
- MANTZOROS, C.S. The role of leptin in human obesity and disease: a review of current evidence. **Ann Intern Med**, v.130, p.671-680, 1999.
- MARTINEZ-GONZALEZ, M.A.; VARO, J.J.; SANTOS, J.L.; DE IRALA, J.; GIBNEY, M.; KEARNEY, J.; et al. Prevalence of physical activity during leisure-time in the European Union. **Med Sci Sports Exerc**, v.33, p.1142-1146, 2001.
- MARX, J. O.; RATAMESS, N. A.; NINDL, B. C.; GOTSHALK, L. A.; VOLEK, J. S.; DOHI, K.; BUSH, J. A.; GÓMEZ, A. L.; MAZZETTI, S. A.; FLECK, S. J.; HÄKKINEN, K.; NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 33, n. 4, p. 635-643, 2001.

- MONTEIRO, C.A.; CONDE, W.L.; MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.R.; BONSEÑOR, I.M.; LOTUFO, P.A. A descriptive epidemiology of leisure-time physical activity in Brazil, 1996-1997. **Rev Panam Salud Públ**, v.14, n.4 p.246-254, 2003.
- NEDROW, A.; MILLER, J.; WALKER, M.; NYGREN, P.; HUFFMANN, L.H.; NELSON, H.D. Complementary and Alternative Therapies for the Management of Menopause-Related Symptoms. **Arch Inter Med**, v.166, p.1453-1465, 2006.
- NELSON, M.E.; REJESKI, W.J.; BLAIR, S.N.; DUNCAN, P.W.; JUDGE, J.O.; KING, A.C.; MACERA, C.A.; CASTANEDA-SCEPPA, C. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Med Sci Sports Exerc**, v.39, p.1435-1445, 2007.
- NINDL, B.C.; KRAEMER, W.J.; ARCIERO, P.J.; SAMATALLEE, N.; LEONE, C.D.; MAYO, M.F.; HAFEMAN, D.L. Leptin concentrations experience a delayed reduction after resistance exercise in men. **Med Sci Sports Exerc**, v.34, p.608-613, 2002.
- NÓBREGA, A.C.L.; FREITAS, E.V.; OLIVEIRA, M.A.B.; LEITÃO, M.B.; LAZZOLI, J.K.; NAHAS, R.M.; et al. Posicionamento oficial da sociedade Brasileira de Medicinas do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde do idoso. **Rev Bras Med Esporte**, v.5, n.6, p.207-211, 1999.
- OLSON, S.H.; BANDERA, E.V.; ORLOW, I. Variants in Estrogen Biosynthesis Genes, Sex Steroid Hormone Levels, and Endometrial Cancer: A Huge Review. **Am J Epidemiol**, v.165, p.235-245, 2007.
- ORSATTI, F.; NAHAS, E.; MAESTA, N.; NAHAS-NETO, J.; BURINI, R. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women **Maturitas**, v.59, n.4, p.394-404, 2008.

- PAFFENBARGER, R.S.; LEE, I. Physical activity and fitness for health and longevity. **Res Q Exerc Sport**, v.67, p.11-28, 1996.
- PARAHYBA, M.I., VERAS, R., MELZER, D. Disability among elderly women in Brazil. *Rev Saude Publica*. V.39, n.3 p.383-91, 2005.
- PAULI, J. R.; SOUZA, L. S.; ZAGO, A. S.; GOBBI, S. Influência de 12 anos de prática de atividade física regular em programa supervisionado para idosos. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v.11, n.3, p.255-260, 2009.
- PFEILSCHIFTER, J.; KÖDTIZ, R.; PFHOL, M.; SCHATZ, H. Changes in proinflammatory cytokine activity after menopause. **Endocr Rev**, v.23, p.90-119, 2002.
- PRESTES, J., SHIGUEMOTO, G., BOTERO, J.P., FROLLINI, A., DIAS, R., LEITE, R., PEREIRA, G., MAGOSSO, R., BALDISSERA, V., CAVAGLIERI, C. & PEREZ, S. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. **J Sports Sci**, v.27, n.14, 1607-1615, 2009.
- REGO, A.R.; BERARDO, F.A.N.; RODRIGUES, S.S.R.; OLIVEIRA, Z.M.A.; OLIVEIRA, M.B.; VASCONCELLOS, C. 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**, v.24, n.4, p.277-285, 1990.
- REILLY, M.P.; LEHRKE, M.; WOLFE, M.L.; ROHATGI, A.; LAZAR, M.A.; RADER, D.J. Resistin Is an Inflammatory Marker of Atherosclerosis in Humans. **Circulation**, v.111, p.932–939, 2005.
- ROUBENOFF, R., HUGHES, V.A. Sarcopenia: current concepts. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. v.55, M716-24, 2000.

- RYAN, A.S.; PRATLEY, R. E.; ELAHI, D.; GOLDBERG, A. P. Resistive training increases fat-free mass and maintains RMR despite weight loss in postmenopausal women. **J Appl Physiol**, v.79, p. 818 – 823, 1995.
- SCHWARTZ, M.W.; WOODS, S.C.; PORTER, D. JR.; SEELEY, R.J.; BASKIN, D.G.; Central nervous system control of food intake. **Nature**, v.404, p.661-671. 2000.
- STEPPAN, C.M.; BAILEY, S.T.; BHAT, S.; BROWN, E.J.; BANERJEE, R.R.; WRIGHT, C.M. The hormone resistin links obesity to diabetes. **Nature**, v.409, p.307-312, 2001.
- STERNFELD, B. BHAT, A.K.; WANG, H.; SHARP, T.; QUESENBERRY, C.P. Menopause, physical activity, and body composition/fat distribution in midlife women. **Med Sci Sports Exerc**, v.37, n.7, p.1195-1202, 2005.
- STERNFELD, B., BHAT, A.K., WANG, H., SHARP, T., QUESENBERRY, C.P. Menopause, physical activity, and body composition/fat distribution in midlife women. **Med Sci Sports Exerc**. v.37, n.7, p.1195-1202, 2005.
- STEWART, L.K.; FLYNN, M.G.; CAMPBELL, W.W.; CRAIG, B.A.; ROBINSON, J.P.; TIMMERMAN, K.L.; MCFARLIN, B.K.; COEN, P.M.; TALBERT, E. The Influence of Exercise Training on Inflammatory Cytokines and C-Reactive Protein. **Med Sci Sports Exerc**, v.39, p.1714-1719, 2007.
- TILG, H.; MOSCHEN, R.A. Adipocytokines: Mediators linking adipose tissue, inflammation and immunity. **Nature**, v.6, p.772-783, 2006.
- TRUJILLO, M.E.; SULLIVAN, S.; HARTEN, I.; SCHNEIDER, S.H.; GREENBERG, A.S.; FRIED, S.K. Interleukin-6 regulates human adipose tissue lipid metabolism and leptin production in vitro. **J Clin Endocrinol Metab**, v.89, n.11, p. 5577-82, 2004.

WANG, X.; YOU, T.; YANG, R.; LYLES, M.F.; DEMONS, J.; GONG, D.W.; NICKLAS, B.J.

Muscle strength is associated with adipose tissue gene expression of inflammatory adipokines in postmenopausal women. **Age Ageing**, Mar 15, 2010.

WARE, J.E. JR.; SHERBOURNE, C.D. The MOS 36-item short-form survey (SF-36). Conceptual framework and item election. **Med Care**, v.30, p. 473-483, 1992.

WEIKERT, C.; WESTPHAL, S.; BERGER, K.; DIERKES, J.; MOHLIG, M.; SPRANGER, J.; RIMM, E.B.; WILLICH, S.N.; BOEING, H.; PISCHON, T. Plasma resistin levels and risk of myocardial infarction and ischemic stroke. **J Clin Endocrinol Metab**, v.93, p.2647–2653, 2008.

WILLIAMS, M.A.; STEWART, K.J. Impact of strength and resistance training on cardiovascular disease risk factors and outcomes in older adults. **Clin Geriatr Med**. v.25, n.4, p.703-14, 2009.

WOLF, G. Insulin resistance and obesity: resistin, a hormone secreted by adipose tissue. **Nutr Rev**, v.62, p.389-394, 2004.

YEH, S.S.; WU, S.; LEVINE, D.M.; PARKER, T.S.; OLSON, J.S.; STEVENS, M.R.; SCHUSTER, M.W. The correlation of cytokine levels with body weight after megestrol acetate treatment in geriatric patients. **J Gerontol A Med Sci**, v.56, p.48-54, 2001.

Yun AJ, Lee PY. Maldaptation of the link between inflammation and bone turnover may be a key determinant of osteoporosis. **Med Hypotheses**. vol. 63, n.3, p.532-537. 2004

ZAMBONI M,; MAZZALI G,; FANTIN F,; ROSSI A,; DI FRANCESCO V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. **Nutr Metab Cardiovasc Dis**. n.18(5), p.388-95. 2008.

ZHANG, S.M.; MANSON, J.E.; REXRODE, K.M.; COOK, N.R.; BURING, J.E.; LEE, I. Use of Oral Conjugated Estrogen Alone and Risk of Breast Cancer. **Am J Epidemiol**, v.165, p.524-529, 2007.

Versão do Artigo submetido ao Periódico Journal Sports Science

Title: Effects of long-term resistance training in Body Composition, leptin, resistin and muscle force in elderly post-menopausal women.

João Paulo Botero¹, Gilberto Eigi Shiguemoto¹, Jonato Prestes¹, Cecilia Tardivo Marin², Carmen Salla Pontes¹, Vilmar Baldissera¹ e Sérgio Eduardo de Andrade Perez¹.

¹*Federal University of São Carlos- UFSCar – São Carlos, SP, Brasil*

²*Centro Universitário Central Paulista – UNICEP – São Carlos, SP, Brazil.*

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of strength training program on both body composition variables and plasmatic concentrations of leptin and resistin in pos-menopausal women.

Methods: 23 post-menopausal women (mean age = 56.52 ± 4.42 years old) were submitted to a strength training program consisting of 3 series of 8-12 maximum repetitions twice a week for 12 months. The intensity corresponded to 75-85% of 1RM, with maximum force being tested in supine position, 45-degree leg press, and standing arm curl. Body composition (DXA), muscle force, plasmatic concentration of resistin and leptin (ELISA) were the variables assessed before and after the period of training. Paired Student's t test was used for comparison between initial and final values. Statistical analysis was performed at a significance level of 5%.

Results: In addition to the expected increase in muscle strength, it was also observed a significant reduction in the values regarding body weight, fat percentage, and fat mass, whereas lean mass was found to be increased. Moreover, a significant decrease in the plasmatic concentrations of leptin and resistin was observed when pre- and post-training values were compared.

Conclusions: The results obtained allow us to conclude that strength training not only can bring important benefits to health, but also reduce the systemic inflammation induced by aging process in post-menopausal women.

Key-words: Strength training, Post-menopausal women, Body Composition, Cytokines.

INTRODUCTION

The aging process causes a series of morpho-functional alterations in the individual's body, which in association with sedentarism, can accelerate the reduction in functional capacity and impair the motor skill performance, thus triggering both psychological and social changes (Zamboni, Mazzal, Fantin, Rossi and Di Francesco, 2008). These alterations can increase the risk of development of chronic-degenerative diseases and limit the adaptation of the individual to his environment. Amongst the main changes, we can cite alterations in body composition with decrease in the fat-free mass (FFM) and consequent increase in body fat, decrease in bone density, and alteration in several plasma cytokines, thus impairing the quality of life (Hunter, McCarthy & Bamman, 2004).

With regard to body composition, one of the most common aspects in the aging process is the decrease in muscle mass, the so-called sarcopenia. Sarcopenia is directly related to the loss of muscle force, being an important factor contributing to the increase in fragility, falls, and dependence among elderly individuals (Deschenes, 2004). One of the causes leading to FFM is the constant decrease in the levels of growth hormone (GH), insulin-related growth factor (IGF-1) and testosterone during the aging process. Another important factor also contributing to such a loss is the decrease in the level of physical activities over the years, since elderly people reduce such practices considerably, perhaps the main reason why FFM becomes high (Roubenoff & Hughes, 2000).

The aging process contributes to an increase in fat mass as well, continuing in the majority of elderly individuals at a body-weight ratio over time. Significant differences also occur in relation to the distribution of body fat during aging. There is a consensus on the fact that the body fat distribution changes, decreasing in the subcutaneous areas and increasing in the intra-abdominal and intramuscular areas. Moreover, the muscles seem to be replaced by fat tissue, since a greater amount of fat and connective tissue infiltrates into the muscles fibres during the aging process (Doherty, 2003).

The gradual reduction in the release of estrogen during the post-menopausal period in association with aging, increase in body fat (mainly intra-abdominal) and reduction in fat-free mass induce to an increase in the concentrations of pro-inflammatory cytokines, such as leptin and resistin. Increases in the levels of inflammatory cytokines are associated with a high risk of development of several types of cardiovascular diseases (Relly et al., 2005), osteoporosis (Pfeilschifter, Ködtiz, Pfol & Schatz., 2002), insulin resistance (Kadoglou et al., 2007), and initial development of certain types of tumour cell later in life.

Practising physical exercises systematically can provide maintenance or even improvement of the physical and psychological health of individuals of any age, mainly post-menopausal women.

OBJECTIVES

To determine the effect of a strength training program on both body composition variables and plasmatic concentrations of leptin and resistin in pos-menopausal women.

METHODS

Subjects

The subjects were recruited from the local community on a voluntary basis by means of posters and lectures on the study. All volunteers were submitted to general physical examination, including medical history, electrocardiogram at rest and during effort, measurement of arterial pressure, and orthopaedic evaluation, before talking part in the strength training program. A total of 23 women with mean age of 56.52 ± 4.4 years old, mean height of 1.55 ± 0.06 cm, and mean body mass of 67.56 ± 10.84 kg fulfilled the inclusion criteria, which were the following: sedentarism for at least 6 months, no hormonal replacement therapy or continuous use of pharmaceuticals, and no manifestation of cardiovascular or pulmonary disease. All the participants signed a free and informed consent that was approved by the local human research ethics committee.

Assessment of Maximum Force

After two weeks of adaptation to strength exercises and clinical evaluations, maximum load (1RM) tests were preformed in the same day, with 10-minute rest interval between each exercise: free weight barbell bench press, 45-degree leg press, and standing arm curl. After a general warm-up (10 minutes on treadmill at mild intensity), the individuals performed 8 repetitions at 50% of 1RM (according to the capacity of each participant evaluated during the 2-week adaptation period), took 1-minute rest, and performed further 3 repetitions at 70% of 1RM. After 3 minutes, subsequent attempts were performed for one repetition with progressively heavier weights until 1RM was determined within 3 attempts, using 3 to 5- minute rest between the attempts. Angulations and

movements for such exercises were standardised according to Brown and Weir (2001). Intra-class correlation was found to be high between the second and third attempt during 1RM test. The highest 1RM value obtained from the last two attempts was used as baseline measure.

Strength Training

The training loads were monitored during each session according to the muscular increase of the participants. Prior to the beginning of the periodisation, the participants were submitted to a 2-week adaptation to strength training. One exercise was performed for each major muscle group, with two sessions of 15 repetitions per exercise. It was emphasised the correct execution of the movements as well as familiarisation on the types of strength exercises. After two weeks of adaptation and determination of the working loads, the subjects initiated the strength training program.

During the four first weeks, the subjects performed two series of 20 repetitions at 50% of 1M evaluated twice a week. From the fifth week on, three series of exercises were performed at 75% to 85% of 1RM twice a week. The rest interval between the exercise sessions was 72 hours. This work was carried out during four weeks intercalated with 1-week low-intensity training (two series at 50% to 60% of 1RM).

The training program lasted 12 months with two weekly sessions. The mean length of each session was 50 minutes. The length of each repetition was 3-4 seconds, including concentric and eccentric muscle action. All the sessions were supervised by an experienced practitioner in strength training.

Table 1. Order of exercises in the sessions of training during 12 months of strength training program.

1- 45-degree leg press	7- Extensor chair
2- Barbell bench press	8- Chest Press
3- Foot plantar flexion	9- Abduction chair
4- Standing arm curl	10- Triceps pulley
5- Adduction chair	11- Flexion chair
6- Seated row	12- High pulley

Additionally, at the end of each training session, two sessions of abdominal exercises lasting 20-30 repetitions were included.

Assessment of Body Composition

Analysis of the subjects' body composition before and after the training program was performed by means of dual-energy x-ray absorptionmetry (DXA). A LUNAR ® device (DPX Plus 6243, USA) was used together with specific software version 4.7e, which allows analysis of body fat mass (BFM) and body lean mass (BLM) to be analysed. The DXA device was calibrated by an experienced technician according to the manufacturer's recommendations.

Determination of Plasma Leptin and Resistin Levels

Blood samples (3 ml) were collected from the antecubital vein into Vacutainer tubes before, immediately before the first training sessions, and after the program. These samples were centrifuged at 2500 rpm for 20 minutes at 4° C. Next, they were dispensed in aliquots in Eppendorf tubes and then stored in a freezer at -80° C until analysis. Doses of leptin and resistin were determined by the ELISA method (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) according to specifications from R&D Systems Quantikine Kit (R&D Systems, Minneapolis, MN, USA). The results were expressed in pg/ml. To ensure precision of the results obtained, all doses were determined twice.

Statistical Analysis

The results were presented as mean \pm standard error of the mean (SEM). Initially, the Shapiro-Wilk test for normality was performed. Depending on the normality, paired student's t test was also applied for comparison between baseline and final values. Statistic analyses were performed at significant level of 5% ($P < 0.05$) using the statistic software Statistica ® version 6.1 (Stat Soft Inc., Tulsa, OK, USA).

RESULTS

Maximum Force

It was observed a significant increase in the maximum load for barbell bench press, 45-degree leg press, and standing arm curl after the 12-month training program compared to baseline evaluation (Table 2).

Table 2. Dynamic maximum load test (1RM) before and after 16 weeks of training.

<i>Maximum load test (1RM)</i>	<i>Before training</i>	<i>After training</i>	<i>Variation</i> %
<i>Barbell bench press (kg)</i>	31.95 ± 0.85	41.80 ± 1.14*	30.82
<i>45° Leg press 45° (kg)</i>	172.34 ± 5.70	345.60 ± 8.51*	100.9
<i>Standing arm Curl (kg)</i>	21.00 ± 0.49	26.55 ± 0.59*	26.42

Note: The results were presented as mean ± standard error of the mean (SEM).

* Statistically significant difference compared to baseline evaluation, (n = 23), $P < 0.05$.

Body Composition

The results regarding body composition (Table 3) have demonstrated a significant reduction in body mass, total fat percentage (fat%), total fat mass (FM), percentage of upper limb fat (fat%-UL), upper limb fat mass (FM-UL), and percentage of lower limb fat (fat%-LL) as well as a significant increase in the total lean mass (LM) and lower limb lean mass (LM-LL) between pre- and post-training periods.

Table 3 – Results for the variables of body composition before and after the 12-month training program.

Variable	Baseline	Final	%	P
Mass	67.56 ± 2.26	66.52 ± 2.28*	1.53	0.02
BMI	28.01 ± 1.02	27.59 ± 1.04*	1.50	0.02
%Fat	37.78 ± 1.27	36.78 ± 1.32*	2.64	0.006
FM	24.27 ± 1.32	23.54 ± 1.37*	3.01	0.02
LM	38.88 ± 0.93	39.50 ± 1.12*	1.59	0.009
%Fat-UL	33.77 ± 1.26	31.96 ± 1.37*	5.35	0.008
FM-UL	2.47 ± 0.17	2.16 ± 0.15*	12.55	0.001
LM-UL	4.49 ± 0.17	4.53 ± 0.15	0.89	0.55
%Fat-LL	39.26 ± 1.21	38.70 ± 1.29*	1.43	0.01
FM-LL	8.95 ± 0.47	8.88 ± 0.51	0.78	0.74
LM-LL	13.39 ± 0.31	13.91 ± 0.33*	3.88	0.02
%Fat-Tru	37.09 ± 1.35	36.58 ± 1.46	1.37	0.30
FM-Tru	11.43 ± 0.72	11.12 ± 0.75	2.71	0.25
Lm-Tru	18.51 ± 0.58	18.52 ± 0.59	0.05	0.89

Note: The results were presented as mean ± standard error of the mean (SEM).

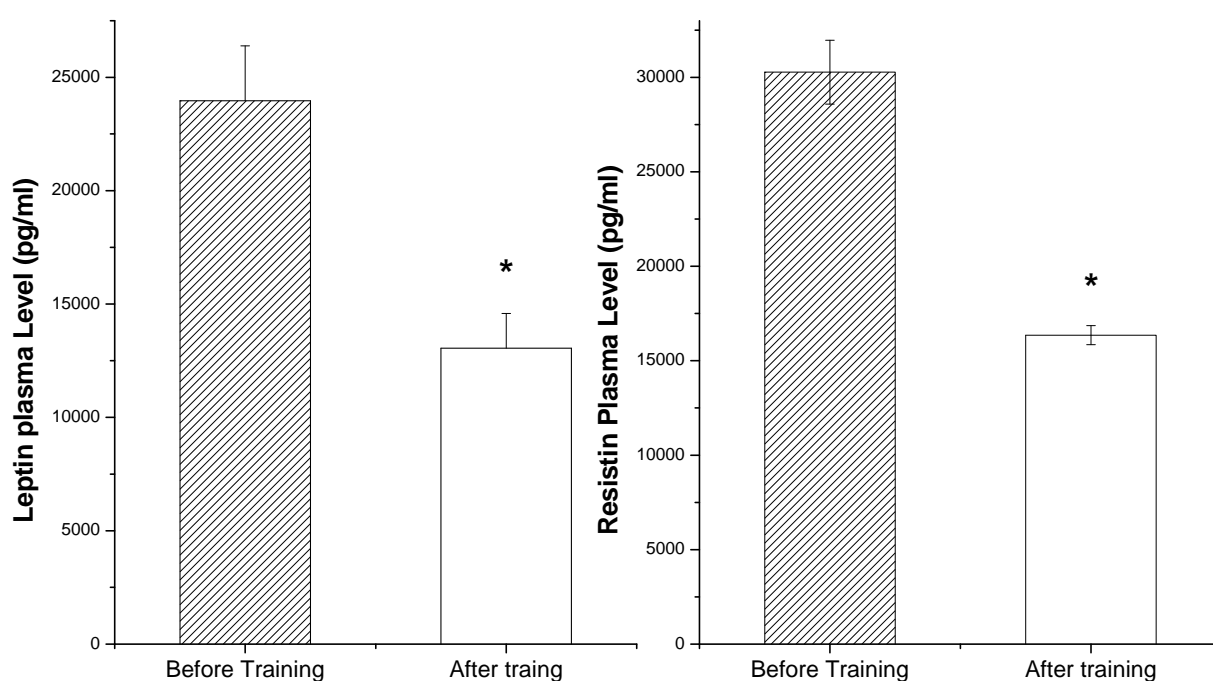
* Statistically significant difference compared to baseline evaluation, (n = 23), $P < 0.05$.

FM = Fat mass; LM = Lean mass; %Fat-UL = % fat of upper limbs; FM-UL = fat mass of upper limbs; LM-UL = lean mass of upper limbs; %Fat-LL = % fat of lower limbs; FM-LL = fat mass of lower limbs; %Fat-Tru = % trunk fat; FM-Tru = trunk fat mass; LM-Tru = trunk lean mass.

Leptin and Resistin

It was observed a significant reduction in the levels of leptin and resistin between pre- and post-training periods (Figure 1).

Figure 1. Plasmatic concentration of leptin and resistin (pg/ml). The values are listed as mean \pm standard error of mean (SEM) (n = 23), $P < 0.05$. Levels of leptin and resistin were assessed immediately before the first training session (baseline) and after the 12-month training program (final).



* Statistically significant difference compared to baseline concentrations

DISCUSSION

The main findings of the present study were the following: increase in the maximum load for upper and lower limbs, reduction in fat mass with concomitant decrease in lean mass, and chronic reduction in the plasma concentrations of leptin and resistin after 12 months of strength training twice a week. Few studies have investigated changes in leptin and resistin levels in post-menopausal women after a period of strength training (PRESTES et al., 2009), and no study evaluating longer

periods (more than 1 year) of training was found. As a result, our initial hypothesis was confirmed as benefic changes were observed in the body composition variables in association with increase in muscular strength and reduction in the plasma concentrations of leptin and resistin.

Conflicting results regarding the changes in leptin values have been demonstrated in relation to strength training. Kanaley et al. (2001) showed no chronic alteration in the levels of leptin in both men and women after six weeks of strength exercises at 80% of 3RM with 3 series of 8-13 repetitions. In another study (Prestes, 2009), it was observed a significant reduction in the values of leptin and resistin of sedentary post-menopausal women after 16 weeks of strength exercises with periodisation ranging from 8 to 12 RM. Fatouros (2005) demonstrated a significant decrease in the leptin levels after 24 weeks of strength training in sedentary elderly people. These conflicting results can be attributed to the different training protocols (intensity, amount and duration), initial physical conditioning of the participants and energetic balance. Short-term protocols seem to promote little or no effect on leptin concentrations.

There is a consensus in the literature that the main factor responsible for the increase in the circulating concentrations of leptin and resistin is directly related to the increase in the amount of fat mass (Jason, 2005). Moreover, adult women have a continuous process of fat-free mass loss (FFM) which increases the fat mass (FM) consequently (Falouros et al., 2005), and this process becomes even more accelerated due to the hormonal changes resulting from the post-menopausal period (Maltais, Desroches and Dionne, 2009).

The greater the amount of body fat the higher the concentration of leptin, and reduction of weight contributes to such a decline (Fatouros et al. 2005). The increase in the plasma concentration of leptin may be associated with insulin resistance (Williams & Stewart, 2009), regardless of the amount of body fat. In addition, leptin exerts typically pro-inflammatory effects on the organism. In this way, an increase in the leptin levels may be related to the growth of various types of tumour, including pancreatic, ovarian, prostatic, pulmonary, and gastric cells (Tilg & Moschen, 2006). Leptin signals continuously to the OBR receptors existing at the membrane surface of macrophages, thus inducing synthesis of pro-inflammatory cytokines such as TNF- α , IL-6, and IL-12 (Tilg & Moschen, 2006).

Another risk factor of atherosclerotic cardiovascular disease and inflammation is the resistin (Haramirani et al., 2008). Resistin is specifically expressed in the white adipose tissue and its

secretion is strongly related to the insulin resistance (Steppan et al., 2001). Therefore, the increase in fat mass resulting from the post-menopausal period can also elevate the resistin concentrations, thus increasing the risk of development of chronic-degenerative diseases with consequent impairment of the quality of life.

Thereby, elevation of leptin and resistin levels can increase the risk of development of inflammatory processes, endothelial dysfunction, and atherosclerosis (Filková, Haluzík, Gay & Senolt, 2009).

As cited above, the main factor involved in the concentrations of leptin and resistin are associated with the reduction in fat mass. The results of the present study demonstrate that despite the significant reduction in the total fat mass (- 3.0%) (with no significant change in visceral fat), this would not be quantitatively enough to explain the decreased levels of resistin (44.9%) and leptin (45.6%), suggesting that other mechanisms might be involved in such a reduction.

The results have demonstrated a significant increase in muscle strength: barbell bench press, +23.56%; Leg press, +100.23%, and standing arm curl, +20.90%. There is a consensus in the literature that the increase in muscle force is directly related to neural adaptations, and at long-term, to the process of increase in the muscle transverse areas (Folland & Williams, 2007). However, the increase in muscle mass found in the present study (+ 1.6%), despite being significant, would not be enough *per se* to explain the increases in muscle strength. This suggests that morpho-functional alterations such as modifications in both muscle fibres and neural recruitment might be key factors involved in the increase of muscle strength in post-menopausal women.

The possible explanations for the leptin decline induced by long-term strength training can be related to the elevated uptake of glucose by peripheral tissues in the presence of lactate, acidosis, sympatho-adrenal discharge, great energetic loss, glycogen depletion, and chronic inhibition of glycolysis (Fatouros et al. 2005). Another mechanism that might explain the exercise-induced

reduction in the levels of leptin would be the improved insulin sensibility, alterations in the lipid metabolism, and changes in the energetic balance (Kraemer, Chu & Castracane, 2002). As a whole, these effects observed during the 12-month training program could contribute to a chronic reduction in the leptin levels.

Wang et al. (2010) have demonstrated that adipose tissue can affect the skeletal-muscular function by secreting inflammatory mediators (IL-6 and TNF), which decreases the muscle strength consequently. In addition, Trujillo et al. (2004) reported that increased levels of interleukin-6 exert stimulating effects on the secretion of leptin by means of adipocytes. In this way, reduction in the levels of IL-6 in association with physical exercises (Prestes et al., 2009; Colbert et al., 2004) may have contributed to an improvement in the inflammatory profile, thus decreasing the leptin levels despite the small reduction in body fat. Therefore, the morpho-functional alterations in muscle tissue caused by strength training seem to reduce the levels of IL-6 as well as the circulating concentrations of leptin.

The results of the present study do not corroborate the findings reported by Lowndes et al (2008), who demonstrated neither alterations in the leptin levels after a 6-month aerobic training with 4 sessions a week nor changes in total body mass and body composition of the subjects.

Jamurtas et al. (2006) have found no significant alteration in the plasma concentrations of resistin within 48 hours after a 45-minute cyclo-ergometer session at 65% of VO-max in middle-aged overweight men. Another study also found no chronic alteration in the resistin levels of post-menopausal diabetic women after a 14-week aerobic training, which consisted of supervised walking program performed 3-4 times a week for 60 minutes at 65-70% of VO-max (Giannopoulou et al., 2005). On the other hand, diabetic elderly individuals, who were submitted to a 16-week aerobic training with 4 weekly sessions of 45-60 minutes at 50-85% of VO-max, exhibited a chronic reduction in their concentrations of resistin (Kadoglou et al., 2007). A recent study showed a significant reduction in the resistin levels of overweight adolescents following 8 weeks of supervised

aerobic training (Jones et al, 2009). The present study is the first to assess the effects of a 12-month strength training on plasmatic concentrations of resistin in post-menopausal elderly women. The results pointed to a significant reduction after 12 months of training compared to the baseline values, which may be associated with an improvement in the risk factor for cardiovascular diseases.

The main limitation of our study was the small size sample and lack of control group. We do not know whether the same intervention can yield similar results in a group presenting different characteristics.

Further studies should be carried out to analyse alterations in the amount of body fat as well as the effects of morpho-functional changes on plasmatic concentrations of leptin and resistin.

CONCLUSION

We can conclude that twice-a-week strength training program brings important benefits for the health of post-menopausal women as increase in muscle strength, reduction in fat mass, increase in fat-free mass, and reduction in the plasma levels of leptin and resistin have been observed. These results enhance the importance of this type of training as a non-pharmacological intervention for improving both quality of life and health of post-menopausal and elderly individuals. In addition, this approach can be easily performed for clinical purposes as only two weekly 50-minute sessions are required, thus allowing a great number of individuals with the same characteristics of our subjects to participate.

REFERENCES

Acree, L.S., Longfors, J., Fjeldstad, A.S., Fjeldstad, C., Schank, B., Nickel, K.J., Montgomery, P.S. & Gardner AW. (2006). Physical activity is related to quality of life in older adults. *Health and Quality of Life Outcomes* 4 (37), 1-6.

- Binder, E.F., Schechtman, K.B., Ehsani, A.A., Steger-May, K., Brown, M., Sinacore, D.R., Yarasheski, K.E. & Holloszy, J.O. (2002). Effects of exercise training on frailty in community-dwelling older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 50(12), 1921-1928.
- Brown, L.E. & Weir, J.P. (2001). Procedures Recommendation I: Accurate Assessment of Muscular Strength and Power. *J Exerc Physiol*, 4, 1-21.
- Colbert, L.H., Visser, M., Simonsick, E.M., Tracy, R.P., Newman, A.B., Kritchevsky, S.B., Pahor, M., Taaffe, D.R., Brach, J., Rubin, S., Harris, T.B. (2004). Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc.*52(7),1098-1104.
- Deschenes, M.R. (2004). Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med.*;34, 809-824.
- Doherty, T.J. (2003). Aging and Sarcopenia. *J Appl Physiol*; 95, 1717–1727.
- Fatouros, I.G., Tournis, S., Leontsini, D., Jamurtas, A.Z., Sxina, M., Thomakos, P., et al. (2005). Leptin and Adiponectin Responses in Overweight Inactive Elderly following Resistance Training and Detraining Are Intensity Related. *J Clin Endocrinol Metab.* 90, 5970–5977.
- Filková, M., Haluzík, M., Gay, S. & Senolt, L. (2009) The role of resistin as a regulator of inflammation: Implications for various human pathologies. *Clin Immunol.* 133(2):157-70.
- Folland, J. P. & Williams, A. G. (2007) The Adaptations to Strength Training Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. *Sports Med*; 37 (2): 145-168.

- Fortin, M., Hudon, C., Dubois, M.F., Almirall, J., Lapointe, L. & Soubhi, H. (2005). Comparative assessment of three different indices of multimorbidity for studies on health-related quality of life. *Health Qual Life Outcomes*. 3 (74), 1-7.
- Giannopoulou, I., Fernhall, B., Carhart, R., Weinstock, R.S., Baynard, T., Figueroa, A. et al. (2005). Effects of diet and/or exercise on the adipocytokine and inflammatory cytokine levels of postmenopausal women with type 2 diabetes. *Metabolism*, 54, 866-875.
- Hamirani, Y.S., Pandey, S., Rivera, J.J., Ndumele, C., Budoff, M.J., Blumenthal, R.S. et al. (2008). Markers of inflammation and coronary artery calcification: a systematic review. *Atherosclerosis*. 201(1):1-7.
- Hunter, G.R., McCarthy, J.P. & Bamman, M.M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 34(5), 329-48.
- Jamustas, A.Z., Theocharis, V., Koukoulis, G., Stakias, N., Fatouros, I.G., Kouretas, D. et al. (2006). The effects of acute exercise on serum adiponectin and resistin levels and their relation to insulin sensitivity in overweight males. *Eur J Appl Physiol*, 97, 122-126.
- Janssen, I., Heymsfield, S.B. & Ross, R. (2002) Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 50(5), 889-896.
- Jason R. Berggren, Matthew W. Hulver, and Joseph A. Houmard. (2005). Fat as an endocrine organ: influence of exercise. *J Appl Physiol*. 99, 757 - 764.
- Jones, T.E., Basilio, J.L., Brophy, P.M., Mccammon, M.R. & Hickner, R.C. (2009) Long-term Exercise Training in Overweight Adolescents Improves Plasma Peptide YY and Resistin. *Obesity*, 17(6), 1189-1195.

- Kadoglou, N.P., Perrea, D., Iliadis, F., Angelopoulou, N., Liapis, C. & Alevizos, M. (2007). Exercise Reduces Resistin and Inflammatory Cytokines in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 30, 719–721.
- Kanaley, J.A., Fenicchia, L.M., Miller, C.S., Ploutz-Synder, L.L., Weinstock, R.S., Carhart, R. & Azevedo Jr, J.L. (2001). Resting leptin responses to acute and chronic resistance training in type 2 diabetic men and women. *International Journal of Obesity*. 25, 1474–1480.
- Kraemer, R.R., Chu, H., Castracane & V.D. (2002) Leptin and exercise. *Exp Biol Med*. 227(9),701-8.
- Lowndes J, Zoeller RF, Caplan JD, Kyriazis GA, Moyna NM, Seip RL, Thompson PD, Angelopoulos TJ. (2008). Leptin responses to long-term cardiorespiratory exercise training without concomitant weight loss: a prospective study. *J Sports Med Phys Fitness*. 48(3), 391-7.
- Maltais, M.L., Desroches, J. & Dionne, I.J. (2009) Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 9(4),186-197.
- Pfeilchifter, J., Ködtiz, R., Pfhof, M. & Schatz, H. (2002). Changes in proinflammatory cytokine activity after menopause. *Endocr Rev*. 23, 90-119.
- Prestes, J., Shiguemoto, G., Botero, J.P., Frollini, A., Dias, R., Leite, R., Pereira, G., Magosso, R., Baldissera, V., Cavaglieri, C. & Perez, S. (2009). Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. *J Sports Sci*. 27(14), 1607-1615
- Reilly, M.P., Lehrke, M., Wolfe, M.L., Rohatgi, A., Lazar, M.A., Rader, D.J. Resistin Is an Inflammatory Marker of Atherosclerosis in Humans. (2005) *Circulation*. 111, 932–939.
- Roubenoff, R. & HUGHES, V.A. (2000) Sarcopenia: current concepts. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 55, M716-724.

- Steppan, C.M., Bailey, S.T., Bhat, S., Brown, E.J., Banerjee, R.R. & Wright, C. M., et al. (2001). The hormone resistin links obesity to diabetes. *Nature.*; 409(6818), 307-12.
- Tilg, H. & Moschen, R.A. (2006). Adipocytokines: Mediators linking adipose tissue, inflammation and immunity. *Nature.* 6, 772-783.
- Trujillo, M.E., Sullivan, S., Harten, I., Schneider, S.H., Greenberg, A.S. & Fried SK. (2004). Interleukin-6 regulates human adipose tissue lipid metabolism and leptin production in vitro. *J Clin Endocrinol Metab.* 89(11), 5577-82.
- Wang, X., You, T., Yang, R., Lyles, M.F., Demons, J., Gong, D.W., Nicklas, B.J. (2010) Muscle strength is associated with adipose tissue gene expression of inflammatory adipokines in postmenopausal women. *Age Ageing.* Mar 15.
- Williams, M.A. & Stewart, K.J. (2009). Impact of strength and resistance training on cardiovascular disease risk factors and outcomes in older adults. *Clin Geriatr Med.* 25(4), 703-14.
- Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A. & Di Francesco, V. (2008). Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 18(5), 388-395.